

音乐博士学位论文系列

“中立音”音律现象的研究

Series of Doctor Dissertations in Music

李玫 著
Li Mei



上海音乐学院出版社
SHANGHAI CONSERVATORY OF MUSIC PRESS

SERIES OF DOCTOR DISSERTATIONS IN MUSIC

MUSIC

音乐博士学位论文系列

ISBN 7-80692-175-3

9 787806 921753 >

定价：29.00 元

教育部人文社会科学重点研究基地资助项目

音乐博士学位论文系列

SERIES OF DOCTOR DISSERTATIONS IN MUSIC

“中立音”音律现象的研究

李玫 著

SERIES OF DOCTOR DISSERTATIONS IN MUSIC

上海音乐学院出版社
SHANGHAI CONSERVATORY OF MUSIC PRESS

图书在版编目(CIP)数据

“中立音”音律现象的研究/李玫著.—上海:上海音乐学院出版社,2005.8

(音乐博士学位论文系列)

ISBN 7-80692-175-3

Ⅰ.中… Ⅱ.李… Ⅲ.律学-研究 Ⅳ.J612

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 092708 号

丛书名 音乐博士学位论文系列

出品人 洛 秦

书　名 “中立音”音律现象的研究

著　者 李 玫

责任编辑 洛 秦

特约编辑 朱 霞

封面设计 陈 岫

责任校对 谢轩江

电脑制作 刘晓敏

出版发行 上海音乐学院出版社

社　址 上海市汾阳路 20 号

邮　编 200031

电　话 021-64315769 64319166

传　真 021-64710490

经　销 全国新华书店

印　刷 江苏省通州市印刷总厂有限公司

字　数 250 千

开　本 889×1194 1/32

印　张 11

版　次 2005 年 8 月第 1 版 第 1 次印刷

印　数 1—2100

书　号 ISBN 7-80692-175-3/J·168

定　价 29.00 元

目 录

博士学位论文提要

“中立音”音律现象的研究

中国自古就有律学研究的传统，也留下了丰富的律学典籍，但对大量存在的中立音现象却没有著述留世，这不能不说是律学研究中的一个缺憾。甚至坦率地说，以往理论界对中立音现象缺少公正的态度，总认为这种音律现象是不科学的，因此长期以来，对这种律学属性超出已知律制以外的中立音程研究不够，对出土乐器上表现出的这类关系也认识不足，基本上是将其纳入已知律制，并解释为听觉和制作上的偏差。但经过研究发现，其实这种音的存在有其科学依据，在谐音列的第16号谐音以前，好几次出现这种特殊音程的契机。我们非常熟悉16∶15(计112音分)这对关系，即导音和主音的关系。而在16、15号谐音之前，有着比这对关系更简单的关系存在，如7∶6(计267音分)、8∶7(计231音分)；11∶10(计165音分)、12∶11(计151音分)；13∶12(计139音分)、14∶13(计128音分)，因为后四对关系介于大二度和小二度之间，所以人们称它们为“中间音程”或“中立音程”。这种简单关系的发现并不比纯律小二度(16∶15)难，我们的祖先对它们早就有充分认识和大量使用，在音乐实践中，形成了丰富的中立音调式，并体现出审美表情的技

法体系。而从音律系统角度看，还未达到制度化、没有律制的完备性。民族音乐学要求从学术的方面认识民族民间音乐——对这种特殊音律现象也需要有一个理论的把握，通过对这种特殊调式音律上深层数理规律的总结、概括，使其具有律学理论价值，符合美学标准，令这种优秀的音乐传统真正得到理论的保护。

由于中立音合乎谐音简比关系，所以具有科学的审美价值，对其做出充分的律学解释和乐学解释，是极为重要和极为迫切的。本文致力于研究异彩纷呈的中立音现象，对已收集到的种种含中立音的特殊调式结构作乐律学分析和进行文化学的思考。力求通过对由来已久但没有理论总结的中立音现象作综合考察，从形态学、音乐物理学和民族学诸方面分析中立音形成的自然原因和人文原因，并填补律学研究中的空缺。

全文共分六章。第一章介绍中、外有关中立音的律学研究、乐学研究以及乐器学研究的已有成果及得失，对研究方法的发展进步做出个人评价。第二章到第六章为本文的主体，讨论中立音的音乐物理学本质和律学规范、具体的调式形态、实践中的运用状况和广泛的文化联系等等，具体内容如下：

第二章，以跃迁理论解释自然声响中客观存在的中立音现象，寻找自然律制中已知和未知两个领域之间的理论联系通道，建立起一系列范例式的数列，还设计了一个多种方案理论假设数据表，为形态学分析提供了理论律学的技术框架。对古代典籍《淮南子·天文训》中的律数提出一种新的看法；对于中立音这种具有复杂人文意义的听觉偏爱，从音乐物理学的角度剖析主观感受和客观物理度量之间曲折的对应关系，找出其审美的物理依据，使主观意志上升到科学的高度，努力澄清对十二平均律无理数数列的误会。

第三章，罗列出对所收集到的诸多民族、地区、国家的民间音乐音响资料的测音数据，并以测音数据为依凭，来推测它们所逼近的自然本质。这一章的任务不同于第二章所介绍的基本方法，而是要把理论假设与具体实例联系起来，从实际的测音数据出发

来推测，什么样的理论假设可能跟它相适应，可能作为理性认识得到确立。一旦找到了适宜的相互联系，就能对实际音乐的音律现象从测音数据的现象描述上升到自然比率的本质把握，就能完成从感性认识到理性认识的飞跃。为了对中立音现象的描述达到更精确的程度，其中用一节专门谈论由素数7演化而成的中立音程，并名之为"非典型中立音的音律现象"，对应于由素数13、11生律而成的"典型中立音的音律现象"，对纯律和传统的和声功能理论也是一个补充。这一章的分析是对"跃迁"之法的实践检验。

第四章，经过仔细研究已发表的出土乐器的测音数据，发现许多以前被解释为有误差的纯律或五度相生律的音程关系，其实已超出已知律制而进入另外的数理范畴。新石器时期的乐器表现出运律的灵活和根据谐音列取音的情况，对第13、11、7号谐音有大量运用；商、西周及以后也一直如此，西周及以后的编钟数据显示正鼓音和侧鼓音相距多为中立三度音程，仅仅用偶然误差来解释是不全面的，这种反映在物化机制上的中立音信息可以反映古人对三度音程的宽泛认同。中立音的音乐形态底层所隐含的某种概念有着惊人的稳定性，虽然史籍没有记载这种音律形式，但先秦的金石乐器却像录音设备，记录下了存在于人的精神中的物质基因。

第五章，虽然律学文献没有给我们留下任何有关的记载。所幸的是，乐器是我们可以把握的、反映音乐历史发展的有形的东西，除了出土乐器所具有的中立音程关系，现在仍存活于民间的各种乐器，许多也程度不同地设置了中立音音位，提供了民间音调所需的所有音级，各种匀孔的管乐器、匀品(柱)的琉特类乐器和齐特尔类乐器——古筝、古琴为演奏中立音提供了足够的条件，甚至有的定音乐器也设置了中立音音级。这就说明中立音在民间音乐中已不仅仅是偶而、随意地出现，它的确有完备的物质条件。

在这章中按照通行的H—S乐器分类体系，对一些能够演奏中立音的乐器进行描述和说明。有品琉特类乐器的中立音音位是容易观察和易于得到较精确的数据的，而无品琉特类乐器则需要从

乐器构造和演奏方式两方面观察。笔者根据琉特类乐器演奏时左手中指指位的生理运动方向倾向于无名指的演奏身体行为，结合“跃迁理论”，认为左手中指的调整行为改变了自然数的关系，正是一种“跃迁”。反映在音律变化上，就是中立音形成的积极动因，应该说中指现象是听觉与技术内外协调的结果。本文从研究的特殊角度意识到长琴颈柱脚式琉特类民族提琴（拉弦乐器）还必须有次一级分类，即有指板和无指板两大类，强调有无指板对于音律变化也是一个重要因素。齐特尔类乐器的长体结构为旋律变化提供了可能使用的任何音位，古琴第十三徽处在全弦的$\frac{7}{8}$处，以往被认为是十二平均律可以摹拟的，所以不属于中立音现象。本文在第三章曾提出以“七分生律法”和“七倍生律法”形成的中立音为“非典型中立音的音律现象”，故这章有一专门段落分析各弦第十三徽的音律属性以及十三徽在乐曲中的运用情况；除此，还从古琴文献中找出大量不同于今天的徽间音位，并对它们逐一进行数理分析，可看出运用“13化”和“11化”的传统。通过对各类乐器的探讨，我们知道匀孔、匀品及中指现象都可以从数学理论方面得以解释，为它们的科学性正名，了解到古琴本来对自然律的运用是很灵活的。另外，本章对口弦、无指孔笛等泛音乐器和定音乐器也有一些篇幅的论述。

第六章，运用乐系框架对所涉及的所有国家、地区、民族的音乐进行比较分析，看出波斯阿拉伯乐系和中国乐系中这种特殊的音律现象，其来源并不一样。印度音乐也有中立音现象，但其律制的规定不同，通过对波斯阿拉伯乐系和印度音乐中的中立音现象所作的数理分析比较，可以了解两者的不同变化途径。并以此为发端，提出现有的划分框架对印度音乐在世界音乐中的地位估计不足，认为印度音乐具有作为独立乐系存在的充足条件。

关于中立音现象的分布，本文设计了以传播形态为线索的叙述框架，认为虽然在这广大地区和复杂的民族胤化历史有着长久

的文化传播事实，但却是在各自文化系统内以传承为主的传播。在各种文化系统中发展起来的中立音这种音律现象，虽然有着貌似的外表，但却各自具有不同的发展传统和以不同的基本音列连接、叠加形成了多种多样的中立音调式形态，它们相互之间即使不是传播的结果，没有传播的途径，也能被发现和被使用，真正的发展动力来源于该民族的音感习惯和由之形成的音腔观念。

本文从对20世纪以来的中立音专题研究的考察，总结出学科发展的道路和成果、各阶段的理论侧重和认识水准，找出以往的不足和提出新的问题及新的分析方法，并通过大量调查资料（包括民间现存音响资料、出土资料、文献资料——主要为古琴谱和乐器资料）论证特殊音律的存在和源远流长，根据音乐物理学原理和律学规律进行逻辑判断，以丰富的民族学界研究成果为文化阐述的基础，对广泛存在这种特殊音律现象试做梳理归类，找出其间的联系与非联系。

通过对这样一个微型单元的全面考证，看到因为音乐观念而形成的音乐形态会有如此顽强的生命力，那表现独特性格的最基本传承因子会稳定地跨越时空，联系着上、下数千年的文化传通。文化的价值是由文化的主人自己判断，自行增值或衰减某些基因而形成。我们的责任则是保护和发扬这些顽强生存下来的文化特质。我们民族民间音乐最打动人的正是那种被形容为吟、揉、滑、颤的音律变化，在音高浮动游移状态中隐含着中立音的数理规律，这些经过性质的中立音是构成调式的一种因素，但还不是完备的调式形态，对于中立音调式的律学分析，可以覆盖所有经过性质的和基本音级单位的中立音现象。所以说，抓住这个前沿话题，是充分认识、把握东方民族民间音乐丰富音腔变化的核心，它的意义不仅限于解决中立音的律学问题，也为和声学和旋律学研究提供了理论支持。

[关键词] 中立音　律学　音律　乐器　测音

The Temperament Phenomenon of Neutral Tone

(Abstract)

Hitherto researchers have not taken a fair attitude towards the phenomenon of neutral tones which have been considered unscientific. As a result, for a long time there has not been enough research on the neutral intervals whose temperament attributes go beyond the known tuning systems. However, extensive research in recent years has found that there is actually a scientific base for the existence of this kind of tones. They are called "neutral intervals" because they lie between major and minor intervals. Our ancestors had full knowledge about them and made much use of them. Over centuries of practical use they formed the rich neutral-tone modes and aesthetically expressive techniques of composition. From the viewpoint of temperament systems, however, the neutral intervals have not been systemized to the perfection expected from a

tuning system. Ethnomusicology has shown the necessity of an academic study of folk music with the focus on theoretical research into the neutral intervals.

This research will prove that what has until now been mistakenly regarded as irregular temperaments does in actual fact follow underlying logical and mathematical rules. The prime numbers 7, 11 and 13 have been found to be the key to all neutral tones and thus the crucial element for systematizing neutral intervals. Ethnomusicology calls for a re-evaluation of neutral intervals as nothing less than another kind of tuning system in line with aesthetic standards of regular temperaments. These underlying rules will help formulate the theory for neutral intervals, which will lift this musical tradition out of that unjustified cloud of dilettantish tuning of folk instruments, which has for so long been the predominant interpretation of neutral tones in folk instruments.

There are altogether six chapters in this dissertation. *Chapter One* makes personal comments on the Chinese and foreign research on the temperaments, music structures and organology of neutral tones, and on the development of research methods, *Chapter Two to Chapter Six* comprise the main body, which discusses neutral tones from various angles:

- Acoustics
- Temperament standards
- Analysis of modes and their application in minute

detail (e.g. the tone-measurement data of unearthed musical instruments, the inclusion of neutral-tone in the physical design of folk music instruments of various nationalities, etc.). This part also analyzes neutral tones from the perspective of the wider socio-cultural and historical connections among different nationalities and discusses related aspects.

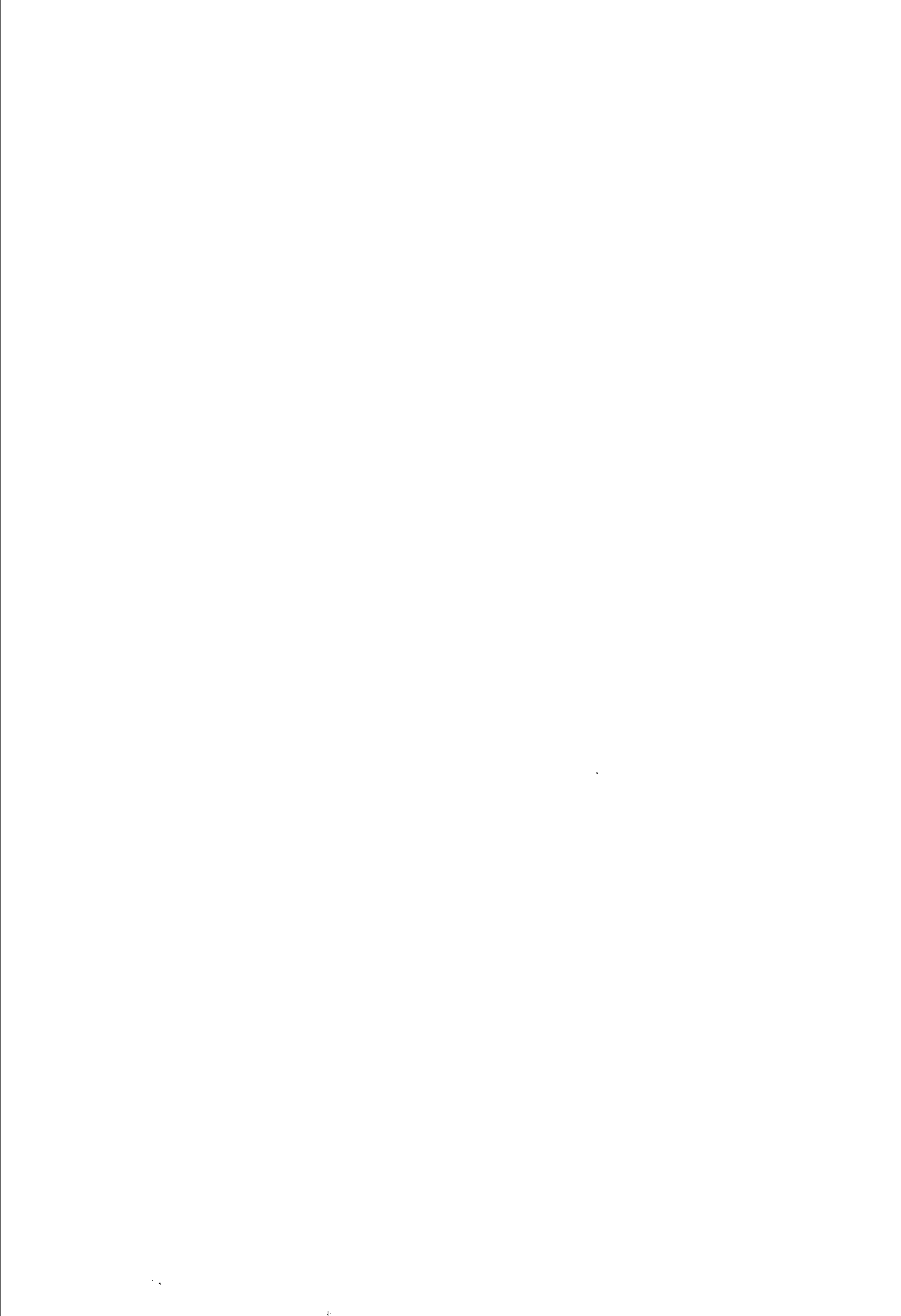
• The temperament analysis of neutral-tone modes made in this dissertation can cover all neutral tones, whether fixed (like those used as a basic unit of scales) or unstable, sliding tones.

Therefore, understanding the systematic nature of neutral tone is the key to fully understanding and mastering the vast variety of "yin qiang" (sliding tones) in the folk music of many Oriental and some European nationalities. Once this systematic nature is understood, we will be able to explain the temperaments of neutral tones and provide the theoretical framework for the research into harmonics and melodics.

前 言

过去人们对大量存在的中立音现象缺少公正的态度，总是认为这种音律现象是不科学的，但经过研究发现，其实这种音的存在有其科学依据，在谐音列的第16号谐音以前，好几次出现这种特殊音程的契机。我们非常熟悉16∶15(计112音分)这对关系，即导音和主音的关系。而在16、15号谐音之前，有着比这对关系更简单的关系存在，如7∶6(特小三度音程，计266.87音分)、8∶7(特大二度音程，计231.17音分)；11∶10(计165.01音分)、12∶11(计150.64音分)；13∶12(计138.57音分)、14∶13(计128.30音分)，因为后四对关系介于大二度和小二度之间，所以人们称它们为“中间音程”或“中立音程”。这种简单关系的发现并不比纯律小二度(16∶15)难，我们的祖先对它们早就有充分认识和大量使用。由于这种中立音程的律学属性是超出已知律制以外的，所以长期以来，对有些出土乐器上表现出的这类关系总是令人不能解释，故而将其纳入已知律制，并解释为听觉和制作上的偏差。

由于中立音合乎谐音简比关系，所以具有科学的审美价值，对其做出充分的律学解释和乐学解释极为重要和极为迫切。笔者试图对异彩纷呈的中立音现象，对已收集到的种种含中立音的特殊调式结构作乐律学分析和进行文化学的思考。



第一章

中立音研究综述

中立音现象虽大量存在于中国民间音乐中，而中国自古就有律学研究的传统，也留下了丰富的律学典籍，但没有专门研究中立音的著述留世。这一章将对中、外有关中立音的律学研究、乐学研究以及乐器学研究作一梳理概括，笔者在文献收集方面难免挂一漏万，只求从中看出对中立音现象的渐进认识和研究渐渐深入的理论历程，有利于指导现实的研究。

第一节

20世纪早期的准中立音研究

早在20年代，王光祈在他的《中国音乐史》第四章第三节中说过阿拉伯的“中立三阶与中立六阶以及四分之三音，对于亚洲各国音乐文化曾发生极大影响。”[1]在《东方民族之音乐》中则更明

确指出"中国乐器中亦有'四分之三音'"。[2]虽然王光祈并未对之作过专题研究，但现在考来，他可算是第一个明确提出中国民族音乐中有$\frac{3}{4}$音存在。40年代在延安出版的《郿户道情集》用箭头符号↑或↓标示出这种特殊音，[3]虽无文字论述，但也是最早的理论关注和用特殊符号记谱之首倡，如今回顾起来，实在是非常难能可贵。

50年代在乐器改良的实践中，涉及到如何解决中立音与乐队的协调关系问题，涉及到如何发展民族和声的问题。当时，中立音被认为是解决问题的障碍，于是有人提出把品柱类拨弦乐器的品柱按照十二平均律排列。[4]事实上，这方面的先行者是刘天华及他同时代的一些知识分子。他们中的演奏琵琶者如刘天华、杨荫浏、曹安和等，不同程度地受过西方音乐的影响，在创作乐曲时感到琵琶原有的形制，主要是柱位排列不能适应新的要求，[5]除了有几处半音不全，还有两个特殊品位发出中立音，这种排列不能自如转调，在西方音乐理论中也找不到中立音的位置，因此他们按十二平均律对琵琶进行改革。刘天华早在二三十年代就提出了"六项十三品"和"活动品位装置"的琵琶形制改革建议，[6]并去掉传统七品，加上新七品、新八品，改四相十二品琵琶为四相十三品。到1962年9月在吉林举行的琵琶观摩会上，明清以来的小工调琵琶形制就已经变得十分希罕，十把琵琶中只有两个四相十二品，一个四相十三品，其余都是六相二十四品以上的十二平均律琵琶。[7]当然这种改良，就那时社会音乐生活本身来说是有积极意义的。毕竟那时对中国音律特殊性的理论价值认识有限，所以人们认为"↑4"、"↓7"是中国音阶的特点，但不是中国民族音乐特点的全部，而是较小的一部分，它的保存与否，对于民族特点并不起决定性的作用。[8]杨荫浏也曾认为对于旧七品和旧十一品上的特殊音位应该放弃，将它们移上或移下，使之纳入一般音阶的

音度范围内。[9]这就是比较早期对待中立音的态度：出于实践的要求，为了发展民族乐队，以批判的态度，认为民族乐器存在音律紊乱问题，应提倡十二平均律，所以对中立音基本是否定的。由于这种否定态度在当时是很居主流地位的，因此几乎没有对中立音现象的乐学理论研究，更没有律学研究。

1953年曾有一篇小文提出小于半音的特殊音记谱用箭头符号↑或↓表示，在否定中立音的氛围中，这是最早和惟一的专文以肯定态度讨论中立音的文章。[10]

事情总是这样，往往在对粗陋的东西进行矫枉时容易发生过正，把越出常规而独具特色的东西也一起矫枉掉了。回过头来再反思，理论认识能力又上一层楼。杨荫浏先生在80年代发表的文章《三律考》[11]中检讨了在1958年《谈琵琶音律》一文中否定这两音的态度，并指出这种四分之三音有特殊的表达性能，使音阶的构成增加了复杂性，在情调深沉强烈之处有不可替代的作用，是构成我国民族音乐独特风格的因素之一。这不仅是学术观点的改变，更体现了前辈学者楷模般的品德操守。勇于批评、否定自己以前的观点。这种自我批评的严谨学风，在今天是难得见到的。笔者刻意在此强调这句题外话以求自勉，也为提醒后学。

随着50年代开始的以行政区划范围所进行的全国民间音乐调查工作的完成，陆续出版了普查报告和各种歌集、曲集，人们开始关注丰富的民间调式现象。以黎英海《汉族调式及其和声》[12]一书为先，对汉族民间音乐作系统化、技术化的理论阐释，其中有专门的篇幅分析调式变音及色彩性变音，谈论调式游移。60年代以来，相继出版、发表了一些有关地方性调式的论、著，如对湖南特性羽调式的研究（徵音与徵升徵并存，省略商音，增加徵升商的羽调式）、四川低角音的羽调式及略升高宫音的羽调式、秦腔中的苦音研究和潮州"重三六"[13]等。那时的主要理论任务是探索民族和声，所以研究者多为作曲理论家，他们以其专业技术的敏锐，意识

到民族调式形式之所以丰富、有特色，与这些偏离已知律制规范的音有很直接的因果关系，故而开始探讨对特殊音阶形式的和声尝试。贺绿汀撰写的《中国的音阶及民族调式问题》[14]一文，通过大量民族民间音调的曲例，论述了中国音阶形式的丰富多样性，涉及"陕西郿户调中的徵调式"、"山西梆子中的七声音阶"、"秦腔的欢音、苦音"、"河南'曲子戏'七声音阶"、"湖南四声音列的民歌"、"湖南醴陵民歌"、"湖南花鼓戏中类似匈牙利的吉卜赛音阶"、"贵州侗族民歌"、"凉山彝族民歌"、"云南阿细族民歌"[15]、"云南大理汉调"等，提出中国民间调式的复杂性。当然作曲家关注的是简约但奇特的音列所构成的"惊人美妙的旋律"，但在这篇文章中提到的调式现象多是含中立音的，应该算是最早集中介绍中立音调式的文章。而早在1940年贺绿汀先生就已经指出"……在许多地方性的民歌或乐曲中存在着比半音更小的音程。"[16]李廷松也基于丰富的实践而指出"民间音阶……的两个中间半音(即指$\frac{3}{4}$音程)在音律理论上是没有根据的，而是实际存在的，它在我国流传至少已有七八百年的历史。因此它的影响很大。"[17]

由于那时对中立音的存在还缺乏律学理论的支持，人们大多把这种现象描述为一种临时性、经过性的状态，承认其特殊效果，如具有很大紧张度、不稳定性，有利于表现动荡不安的情绪等，但理论上讲，总是纳入到固有的调式和律制规范中。甚至赵宋光的《五度相生调式体系》[18]一书中的附录——关于半升半降音的律学假设》也在出版社的建议下被抽去[19]。所以在上述诸论中，对中立音多为语言描述，如"升高的……音"或"降低的……音"等。在进行调式分析时，采用固有的记谱形式，一般总是把这些音归入升某音或降某音，归并到某个固有的职能音级。但毋庸置疑，这些研究是积极有益的，为后来80年代中立音的研究热奠定了基础，其研究中反映出的律学认识不足只是阶段性的局限。这段时间对

中立音现象的研究主要集中在乐学范围。又由于这时对中立音律学意义认识不足，所有的乐学分析也都是在已知律制概念下进行的，所以还不能说是真正的中立音研究。

1963年缪天瑞在他的《律学》修订版中第一次提出阿拉伯乐制属于四分之三音体系，并在这个前提下阐述它们的民族律制特点，增加了《亚洲非洲若干民族乐制》一章，介绍亚非地区几种民族乐制。但关于中国的中立音程则是在1983年的增订版中才略有论及，特别提及秦腔苦音音乐和山西中路梆子音乐中常用的含中立音的调式，并首度命名为中立音徵调式[20]。该书列出了姜夔对秦腔《游西湖》中的片断及东北地区民间乐曲《江河水》测音所得的数据，根据这些数据得出如下结论：曲调中各音符合中立音徵调式各音的高度；这种中立音徵调式实际已进入四分之三音体系的范围，可以视为五声体系与四分之三音体系的结合；如将该调式中的四度音作为主音，则构成中立音宫调式，其中的中立四度可以认为是谐音列中的第11号谐音，与主音的频率比是11∶8，计551音分。这个结论的重要意义在于对民间中存在的非守常律制的中立音做出了立足于自然律的律学判断，使这个音的存在从此有其理论支持。虽然还没对这个音的发生做出律学的逻辑分析，但就整个这个时期的中立音研究而言，此时才是真正进入律学研究领域，对日后的中立音研究有理论指导意义。

第二节

中立音的乐、律学研究的高峰期及主要观点

20世纪最后近二十年发表的大量有关中立音的研究文章形成中立音乐学、律学研究的高峰期，笔者将所有文本按发表时间

顺序分为80年代和90年代前、后两期，只是为了利于归类以图行文的方便，当然随着研究的逐步深入，学术质量自身也会有渐渐提高之势，所以后期的论文总体水平会相对较高些，这只是粗泛的总体评价，并不针对具体文章。

一、80年代以来的前期研究

自80年代始，地方传统乐种和民俗音乐中的乐、律学研究是音乐学研究的重要内容，关于中立音的研究更是这一时期的热门话题。就笔者所集，在这段时期发表的有关中立音研究的论文有五十余篇，数量可谓颇丰。

索引一

序号	篇　名	出版期号	作　者	刊物名称
1	关于苏祗婆调式音阶理论的研究	1980年第1期	关也维	《音乐研究》
2	汉族音阶调式的历史记载和当前实际	1981年第3期	冯文慈	《中央音乐学院学报》
3	潮州音乐的调变化发展	1981年第3期	黎英海	《中国音乐》
4	广东民间音乐的七平均律	1981年第4期	陈天国	《中国音乐》
5	试谈“广东音乐”的音阶和乙反调式	1982年第1期	胡　均	《民族民间音乐研究》
6	三律考	1982年第1期	杨荫浏	《音乐研究》
7	关于“广东音乐”的“律制”及调式音阶	1982年第2期	吕林岚	《民族民间音乐研究》

8	关于$\frac{3}{4}$音的律学假设	1982年第2期	赵宋光	《中央音乐学院学报》
9	陕西变体调式体系研究	1982年第2期 1983年第1期	刘均平	《交响》
*10	黔东南侗族音乐印象记	1982年第3期	蒋一民	《音乐艺术》
11	论"粤乐"乙凡线表现的音乐形象	1983年第2期	黄锦培	《广州音乐学院学报》
*12	苗族的大筒箫、直箫	1983年第3期	李传佳	《中国音乐》
13	萌发于远古的纯律音阶——陕西民间的燕乐音阶考源	1983年第3期	李武华	《交响》
14	关于陕西民间燕乐音阶的音高测定与其它	1983年第3期	李武华	《中央音乐学院学报》
15	潮州音乐调式初探	1983年第3期	郑诗敏 蔡余文	《音乐研究》
16	论中间调式	1983年第3期	李汉杰	《民族艺术》
*17	西北汉族民间音乐的音调结构	1983年第4期	杜亚雄	《中国音乐》
*18	潮州音乐的音阶和调式	1983年第4期	杨礼桐	《中国音乐》
*19	潮乐的风格和活五调	1984年第3期	林毛根	《中国音乐》
*20	丰富多彩的潮州音乐	1984年第3期	郑诗敏	《中国音乐》
*21	库车维吾尔族民间音乐的形态特点	1984年第3期	周　吉	《中国音乐》
22	京剧音乐中微分音情况的实测与介绍	1985年创刊号	孙玄龄	《中国音乐学》
23	琵琶旧七品和中立音	1985年第1期	吕自强	《中国音乐》

*24	朝鲜族民歌的音乐特色	1985年第2期	杜亚雄	《中国音乐》
25	论陕西民间音乐的律制	1985年第2期	韩宝强	《学习与研究》
26	蒙古族民歌中羽调式的律制特点	1985年第2期	姜　夔	《中央音乐学院学报》
27	关于苦音音阶形成的探索	1985年第2期	吕　冰	《音乐研究》
28	略论我国当前律制问题	1985年第3期	冯文慈	《音乐研究》
29	也谈有关“秦乐”的几个问题——何昌林的《秦乐与潮乐》一文读后	1985年第4期	李武华	《交响》
*30	苗笛	1985年第5、第6期	杨秀昭 何　洪 卢克刚	《乐器》
31	再谈民族民间音乐的七平均律	1986年第1期	陈天国	《民族民间音乐》
32	也谈维吾尔音乐中的特殊调式的称谓	1986年第1期	杜亚雄 周　吉	《中国音乐学》
33	对广东民间乐种七平均律的一些疑问	1986年第1期	胡　均	《民族民间音乐》
34	为何潮乐有“七平均律”之说	1986年第1期	余亦文	《民族民间音乐》
35	潮乐音阶探析	1986年第1期	唐朴林	《交响》
*36	纳西族的民间音乐	1986年第2期	寇邦平	《中国音乐》
37	传统琵琶的特殊品位对乐曲的影响	1986年第2期	吴　犇	《中国音乐》

38	湖南花鼓戏《刘海砍樵》头段的律制特点	1986年第3期	姜 夔	《中央音乐学院学报》
*39	平武白马藏人民间音乐	1986年第3期	肖常纬	《中国音乐》
40	“七平均律”不是八度的七等分	1986年第4期	陈正生	《民族民间音乐》
41	繁难的理论与多彩的实践——也算参与“七平均律”的讨论	1986年第4期	程 云	《民族民间音乐》
42	“新疆维吾尔族音乐乐律与调式问题讨论会”测音工作报告	1986年第5期		《新疆艺术》
43	从律学的角度再谈“苦音”的音阶及其调式	1987年第1期	董维松	《音乐研究》
44	口弦的科学价值	1987年第1期	曾遂今	《音乐研究》
45	口弦音律与民族音体系	1987年第2期	应有勤	《民族音乐》
46	湖北兴山特性三度体系民歌研究	1987年第3期	王庆沅	《中国音乐学》
47	论东方民族乐律的不确定性	1987年第3期	应有勤	《中国音乐学》
48	对于半升半降音功能依归的探究	1987年第3期	赵宋光	《中央音乐学院学报》
49	民间曲项琵琶考察纪实	1988年第3期	李世斌	《中国音乐学》
50	湖南花鼓戏音律考察及后记	1988年第3期	李武华	《交响》
51	中国传统音乐特有音高标记的设想	1988年第4期	董维松	《中国音乐》

52	荆州民歌的三度重叠与纯律因素	1988年第4期	童忠良 郑荣达	《黄钟》
53	曾侯乙编钟与兴山体系民歌的定律结构	1988年第4期	王庆沅	《黄钟》
54	荆楚古音考	1988年第4期	王庆沅 卢天生	《音乐研究》
*55	侗族《玩山歌》	1989年第3期	龙廷才	《中国音乐》

以上所列这段时间发表的有关中立音现象的文章大体可分为三类：

1. 介绍性文章。主要是对含中立音的地方音调或民族音调做描述性介绍。这类文章基本发表在《中国音乐》(序号左侧标*号的篇目多为介绍性文章)。

2. 典型中立音调式的律制讨论。主要有三种代表性的观点，即认为秦腔中的"苦音"音阶和潮州音乐中的"重三六"调、"活五"调和广东音乐中的"乙反"调的律制属于：①$\frac{3}{4}$音体系和纯律兼用、②纯律、③七平均律。

3. 对此种特殊音律现象的理论律学的探讨和对一些乐器的中立音机制的乐器学和律学讨论。这些文章体现出很强的方法论意识，通过实验、测音等办法得出一些较为理性的结论。

冯文慈1981年发表的《汉族音阶调式的历史记载和当前实际》(索引一：文本2)一文提出变体古音阶和变体燕乐音阶这个概念和记谱规范化的问题。对许多调式音阶中含有↑4、↓7音级的剧种、乐种做一番历史性的清理归纳，显示出音乐史学家的专业眼光和观察角度。这篇文章提出了有关中立音的若干研究课题：变体音阶演变的文化历史动因、变体音阶演变的语言因素、变体音阶演变的乐器及演奏条件。这大概要算最早的集中讨论中立音

理论价值的文章了，对后来的中立音研究热有指导作用。但这篇文章中提出的“变体古音阶”、“变体燕乐音阶”概念所附带的暗示是：含中立音的调式必然晚于古音阶（即雅乐音阶）和燕乐音阶（即俗乐音阶）。显然，这个概念的命名缺少论证[21]。

第二年（1982年）赵宋光发表了他的《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》一文（索引一：文本8）。他认为“一种调式理论若要在美学上立足，必须透过量的测定转入质的把握”，并在这篇文章中演示出从五度相生律到$\frac{3}{4}$音、$1\frac{3}{4}$音的跃迁通道，提出以“13化”跃迁解释中立音在调式音阶中的数理逻辑关系。冯文慈先生曾在《略论我国当前律制问题》（索引一：文本28）一文中对这个理论给予极高赞誉，并名之为“跃迁说”。可惜赵先生这篇文章中所创立的方法对于大多数人来说比较陌生而费解，所以这篇文章中倡导的律学技术分析理论并没得到广泛运用。

1983年缪天瑞先生出版了他的《律学》（增订版）。可以说，律学研究界受此教科书之益匪浅，在后来发表的大量有关中立音研究的文章中，都显示出重学理、讲方法的特点。很多文章采用了测音手段，用计量数据作为结论的根据，比之简单的感性描述、分析方法更具科学性。

《口弦的科学价值》（曾遂今，索引一：文本44）、《口弦音律与民族音体系》和《论东方民族乐律的不确定性》（应有勤，索引一：文本45、47）等文章虽不是直接针对上述若干民间音乐中的中立音现象，但文中表达的思想和方法对于解释中立音的生律因素却更合理、更接近本质。他们从今天少数民族的各种口弦还保留的音阶中的音律关系得出一致的结论：口弦所用的音阶各音的频率比都为简比数，即受自然谐音列关系制约，人类早在原始社会就已认识了自然谐音系列，而且使用了第7谐音和第11谐音甚至第

13谐音，当时人们已直接把谐音列中的某些音用作旋律，客观存在的音响形成了他们的心理感受，这就是古老的音响心理。这种音乐条件造就了民族的听觉习惯，形成了民族的音响心理。

还有一部分文章从历史的角度探索中立音形成的原因，认为与苏祇婆所传五旦七声有关，比如《关于苏祇婆调式音阶理论的研究》(关也维，索引一：文本1)、《关于苦音音阶形成的探索》(吕冰，索引一：文本27)，并分析古代龟兹七声为七平均律、苦音音阶是中国传统五声音阶与龟兹音阶融合的结果。这种只强调文化冲突带来的音乐文化融合，缺少音乐形态的实证分析。因为音律结构有其内部的组合规律，受制于一个民族集体音响的心理要求，两种不同的调式音阶不可以简单拼贴在一起。还有文章讨论荆楚民歌中的特殊音律现象与曾侯乙编钟上所载音体系的内部关系等(《湖北兴山特性三度体系民歌研究》王庆沅，索引一：文本46；《荆州民歌的三度重叠与纯律因素》童忠良、郑荣达，索引一：文本52；《曾侯乙编钟与兴山体系民歌的定律结构》王庆沅，索引一：文本53)。试图通过曾侯乙编钟上颟曾体系的连续三度重叠可以得到类似中立三度来解释兴山三声歌的音律特征。从方法论来说，更加重视从学理上对民间特殊音律现象进行解析，而不再局限于感性的猜度。

二、90年代以来的后期研究

90年代以来，发表的论文数目大大减少，似乎中立音研究呈冷却状态。但细读这时期的论文，总体趋势是深化的理论思考取代了热情的简单描述，理性的逻辑技术分析替换了主观推测。

索引二

序号	篇名	出版期号	作者	刊物名称
1	潮州乐律不是七平均律	1990年第2期	陈威 郑诗敏	《音乐研究》
2	近代琵琶柱位改革的几个问题	1990年第3期	吴犇	《中国音乐》
3	比三分损益律更早的律制	1990年第4期	应有勤 孙克仁	《音乐艺术》
4	阿炳演奏的乐曲中有$\frac{3}{4}$音吗	1991年第1期	吴犇	《交响》
5	七宫还原	1991年第2期	李来璋	《中国音乐学》
6	四川白马藏族民歌的描述与解释	1991年6月硕士答辩论文	何晓兵	中国音乐学院音乐学系
7	论潮州音乐的宫调系	1991年第3期	陈威	《中国音乐学》
8	论"苦音"调式结构的模糊性	1991年第4期	喻辉	《交响》
9	琵琶音乐与其社会背景	1992年第2期	吴犇	《中国音乐学》
10	中国十二律的最初状态	1992年第2期	应有勤 孙克仁	《中国音乐学》
11	苦音Si探微	1993年第2期	李世斌	《中国音乐学》
12	苦音音阶的由来及其特征	1993年第2期	徐荣坤	《音乐研究》
13	略论"中指音"——中国中指问题	1993年第3期	罗复常	《中国音乐学》

14	祁太秧歌的角调式研究	1993年第3期	阎定文	《中国音乐学》
15	“悟性”与人类对音调的辨识能力——炎黄文化中几则有关辨音事例的提问	1993年第4期	黄翔鹏	《音乐研究》
16	五声音阶的分类及其结构	1993年第4期	杜亚雄	《中国音乐》
17	古龟兹音阶研究	1994年第1期	吕　冰	《中国音乐学》
18	北方草原古代居民的种族和现代民歌使用的音阶	1994年第4期	杜亚雄	《中央音乐学院学报》
19	再谈苦音音阶和它的两个特性音Fa与^{b}Si	1995年第1期	徐荣坤	《音乐研究》
20	东南亚编锣乐器的乐律研究	1996年第3期	饶文心	《音乐艺术》
21	陕西、潮汕、维吾尔族木卡姆音乐中“中立音”现象及人文背景分析	1996年12月出版	李　玫	西安音乐学院硕士论文集
22	论苦音音阶	1996年第4期	宋建栋	《交响》
23	重新认识甘美兰的斯连德若音阶（上、下）	1997年第2、第3期	应有勤	《中国音乐学》
24	筝乐苦音研究	1998年第2期	焦金海	《音乐研究》
25	有关“七平均律”的问题	1998年第2期	牛龙菲	《音乐艺术》
26	如何认识传统音乐中的“纯律”音程	1998年第3期	李成渝	《中国音乐学》

27	中立音源流之猜想	1998年第3期	李 玫	《中国音乐学》
28	中国民间音乐中的特殊音律现象的律学分析	1998年第3届律学会议	李 玫	全文发于《中央音乐学院学报》2000年第3、4期
29	倍音律初探	1998年第3届律学会议	应有勤	
30	一种新的自然律制	1998年第4期	陈其翔 陆志华	《中国音乐学》
31	“中立音”的调式意义[上、下]	1999年第4期 2000年第1期	李 玫	《黄钟》

索引二中列出的31篇文章，从篇名可以看出不再有单纯介绍性文章，多为乐、律学研究及少数综合研究。

这些文章中，应有勤、孙克仁、饶文心和本人的研究都是立足于自然谐音列，寻找自然律制更深层的数理规律，探索谐音简比律制。所不同的是，他们的研究，特别是应有勤独立发表的后几篇文章，延续他们前期有关口弦的研究成果，继续探索素数因子7在律制中的作用，而本人则着重关注素数因子7、11、13的活动，并以13这个素数因子解释新疆、陕西和潮汕地区的中立音调式。应有勤先生在他的系列研究中，提出在已知的三种律制以外，还存在着一种含因数2、3、7的律制，并认为或许最初的十二律就是这种含基数7的律制，只是当人们参照谐音，采纳了2、3、5等因数（最前边几个最易感受的谐音）作为生律要素而演绎或计算，于是乐律体系便进入以演绎或计算为主的历史阶段。应有勤先生正是用含7的谐音简比律来分析甘美兰的斯连德鲁音阶，并被陈其翔先生赞为“这种律制是一种新的律制，过

去从来未被认识到，现在被应有勤发现了”。[22]应有勤先生的分析的确精彩，但这种对谐音列第7号谐音、第11号谐音和第13号谐音的认识及运用，是赵宋光先生早在60年代就认识到的，他曾在《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》[23]一文中有简洁明了的阐述。而本人从中受益匪浅，并运用赵先生提出的跃迁理论和方法完成了硕士论文《陕西、潮汕、维吾尔族木卡姆音乐中“中立音”现象及人文背景分析》中的律学分析部分，又运用赵先生的五度相生调式体系理论对“苦音”、“重三六”、“活五”等中立音调式进行乐学分析。拙文完成于1995年，已发表第一章《中国民间音乐中的特殊音律现象的律学分析》（索引二：文本28）、第三章《“中立音”的调式意义》（索引二：文本31）和第四章《中立音源流之猜想》（索引二：文本27）。非常惭愧的是，在撰写硕士论文时，没有学习曾遂今和应有勤两位有关口弦的研究，否则将更受鼓舞。

这阶段仍有从历史和种族变迁等角度解释中立音现象的论文，如《苦音音阶的由来及其特征》（索引二：文本12）、《“悟性”与人类对音调的辨识能力——炎黄文化中几则有关辨音事例的提问》（索引二：文本15）、《古龟兹音阶研究》（索引二：文本17）、《北方草原古代居民的种族和现代民歌使用的音阶》（索引二：文本18）、《有关“七平均律”的问题》（索引二：文本25）、《中立音源流之猜想》（索引二：文本27）等。

当然，上述若干文本对中立音各持不同观点：文本15和文本25都是通过文献记载的具体事例来论证七平均律，但观点对立，文本25的作者学风一如既往地对古典文献考之、训之，然后完全脱离音响学原理做出主观臆测：“所谓‘七平均律’乃是中国古代‘四宫纪之以三的十二律吕’的‘蜕变’性产物”，并雄心勃勃地要从他在专著“《古乐发隐》一书中所揭示的中国上古‘四宫纪之以三的十二律吕’出发，‘调整’以往的律学规范，以说明所谓‘七平

均律'者，实际上是中国上古兼用'三度生律法'和'五度生律法'之独特律吕体制'四宫纪之以三的十二律吕'蜕变之后的产物"。[24]文本17的作者在研究他所熟悉的苦音时有着合理的分析，认为是龟兹七平均律向中原音律转化，最终由中国传统音阶的五个正音和龟兹音阶中沙侯加滥和侯利箑两音汇合，这个思路有一定的道理，在"七平均律说"讨论很热时，并没陷入漩涡而认为陕西"苦音"也是七平均律。但由于据以论证的理论基础不十分可靠，所以当开始研究文献记载中的龟兹音阶时，也站到"七平均律"的立场上去了。另外，对于文化冲突中的两种音阶融合的观点还是缺少形态方面的实证分析。吕冰先生是严肃认真的学者，为了证明"七平均律"的可听性，他甚至倾囊制作了一套七平均音阶的音叉，他是用五度循环的关系来听这个音列，由于七平均音阶的五度(686音分)相当于纯律狭五度(680音分)，有一定的可听性，但五度循环是一种生律方法而不是音阶，更不可能代替实际音乐旋律。这成为一个囿于方法论错误而进入理论误区的研究结果。笔者在硕士论文中有一段专门的文字讨论"七平均律"，从律学的角度重新审视比较埃利斯、霍恩博斯特尔、韦斯特等人测算结果，不言而喻，它们不是七平均音阶。用"七平均律"来称呼一种音律现象只是一种大约的感觉，不具有严密的数理规定性，而以匀孔、匀柱(品)来论证"七平均律"的存在，是因为设想管长、弦长、波长的等差就意味着音程的相等，把真数的等差数列和对数的等差数列混为一谈，[25]对音程的本质与现象缺少最基本的学理把握。

其它还有继续持纯律观点(索引二：文本12)和复合律制观点(索引二：文本26)讨论中立音律制归属的文章及从乐器的角度分析中立音形成的原因(索引二：文本2、文本4、文本13、文本28[26]等)。以测音数据作为对论述对象作定量定性的理性判断之客观依据是大多数学者的共识及主要手段，有些文章正是对一些中立音音调样本测音报告的律学分析，以客观数据作为自己观点或结论的力证。

第三节

对国外中立音研究历史的钩沉

一、古希腊及西方的微音程研究

古希腊单声音乐时期，四音列(tetrachord)有极重要的作用，理论上，四音列是构成调式的基础，有三种类型的四音列：起初用"自然四音列"(diatonic tetrachord)，即在纯四度框架内用五度律小半音和两个大全音构成。若用五度相生律排列会有三种规格，若用纯律排列，那么，三种规格就会各有两种可能性。后来有"变化四音列"(chromatic tetrachord)，但仍属五度律范畴，用两个五度律小半音(90音分，$\frac{243}{256}$)和增二度(318音分，$\frac{16384}{19683}$，即五度律大二度＋五度律大半音——204音分＋114音分)。这就是影响深远的毕达哥拉斯学派的理论，他们重在根据数学来研究律学。毕达哥拉斯(Pythagoras)以后，公元前4世纪至公元2世纪，涌现了一批学者，主张根据听觉来定律，即"和谐派"。他们提出了涉及纯律的四音列，用他们的观点解释"变化四音列"，增二度的相对波长为$\frac{64}{75}$，计274音分。音程效果类似中立音。他们的主张甚至涉及"三分音"(即全音之三分之一音one-third tone，相对波长为$\frac{27}{28}$，计63音分)，这是用到第7谐音来解释；"四分音"和"四分之三音"，用到第11谐音或第13谐音，如$\frac{10}{11}$(165音分)、$\frac{11}{12}$(151音分)、$\frac{12}{13}$(139音分)、$\frac{13}{14}$(128音分)等。含

四分音的四音列（enharmonic tetrachord）用"半升音"(Semi-sharp)或半降音(semi-flat)称谓。这些半升、半降音与本文所讨论的中立音的律学属性是一样的，因为它们符合谐音原理而应被视为自然音。

古希腊的各种四音列外部框架都是纯四度，内部作各种变化，涉及到不同律制。理论如此，演奏实践也如此。西萨拉琴(kithara，古希腊里拉式竖琴)的一弦和四弦定为纯四度，中间两弦定为各种高度，构成各种四音列，如上列含中立音的四音列。古希腊人对这种微小的音程具有高度辨别能力，在音律上能做出极其精密的划分，但他们只是把这种微小音程用于歌唱的伴奏，以为装饰。所以，古希腊人这时的三分音、四分音和四分之三音的研究意义并不在于解释中立音调式问题。西方人一直在研究微小音程，从最初为了解释和声问题终至发展到用微音进行创作和演出，这与我国律学史上律学家们一直要解决旋宫还原的理想是完全不一样的。更与本文要讨论的解释中立音的发生以及律制归属问题南辕北辙。

二、古代阿拉伯的中立音研究

古代阿拉伯的律学非常发达，他们的乐制以四分之三音为主要特征，因而关于中立音的研究开始得很早，并达到了很高的水平。由于古代阿拉伯的乐制与乌德琴紧密联系，所以有关中立音的研究始终体现在对乌德琴的定弦和指位系统的改造上。从8世纪起，波斯乌德琴名手兼音乐理论家札尔札尔(Mansur Zalzal，？—791年)对乌德琴加以改革，根据民族听觉习惯，把原来^{b}E和E音一起删去，代之以介于这两音之间的"中立

三度”^{d}E音(neutral third,d表示降低半音之半);删去^{b}A和A,代之以中立六度音^{d}A(neutral sixth)。这就是著名的阿拉伯“札尔札尔中指”。9世纪波斯哲学家、音乐理论家阿尔·法拉比(Al—Farabi,公元870—950年)在乌德琴上继续增加中立音指位,并对此提出律学解释,对四分之三音程给出12∶11的比值。对札尔札尔中指的“中立三度”和“中立六度”也就分别可以给出相对波长为$\frac{22}{27}$(计355音分)和$\frac{11}{18}$(计853音分)。13世纪波斯哲学家、音乐理论家萨菲·阿尔定(Safi al-Din,公元1230—1294年)继承四度相生法,在以前九律的基础上再生八次,得到不平均十七律,以求解决民族律制问题,虽然并没达到相应的目的,但却产生过很大的影响。11世纪另一位伊朗音乐理论家阿维森那(Avicenna,公元980—1037年,即伊本·西纳)则给出13∶12的比值。他们分别对中立音程从理论上做出规定,其作法又都是立足于自然律对特殊音位的把握,符合美学标准,并具有律学理论价值,其中尤其法拉比的理论解释影响较大。直到19世纪由阿拉伯音乐理论家兼数学家马沙加 (Mikhael Mashaqa,1800—1888年)提出二十四平均律,它既具有律制上的规范性,又可以模仿谐音列上任何的邻比关系,无论是围绕第7号谐音,还是第11、13号谐音建立的音程关系,它都可以模拟之,终于解决了阿拉伯律制中的中立音问题,这也是阿拉伯人对世界律学理论做出的一个重大贡献。

札尔札尔等人,把符合五度相生律的音位(用四度相生之法生出的九律)改造成为另外的音律数理范畴,这样在乐器上建立含中立音的音体系,可以保护本民族音乐特性及乐制的作法,是古代阿拉伯人对自己独特的音感观念所做的理论律学和应用律学的双双探索。这可以算作最早对中立音的乐器学研究,这种情况和中国民间琵琶的旧七品设置如出一辙,都是出于刻意要求得

到常规律制以外的特殊音律的愿望。所不同的是，中国古代律学家们把注意力全放在如何旋宫周而复始，而没有对民间生动的演奏、演唱实践作理论研究。西方哲学家、数学家和阿拉拍的哲学家、数学家却一直在研究、解释这种特殊音律。

阿拉伯人在中世纪继承了古希腊文明，律制上也以四音列为基础，以连接或叠接的方式联结两个相同或不相同的四音列构成调式。他们把这种调式基本单位的四音列称为“金斯”(jins)，据分析研究，有四种四音列是由自然音和中立音组成，它们是[27]：

二十四平均律

1 5 10 15 20 24

1. 拉斯特（rāst）

c d ꝯe f (g)

2. 拜业提（bayāti）

d ꝯe f g (a)

3. 西卡赫（sikāh）

ꝯe f g (a)

4. 亲季迪（najdi）

(f) g a ꝯb c

这几种四音列可以构成多种多样含中立音的调式。这种调式结构模式的总结正是在律学理论成果的支持下形成的。所以说，阿拉伯人的中立音律学研究走在所有拥有中立音形式的民族前面。

第四节

与乐器有关的中立音研究

“在某一文化中，音体系规定了一件乐器上可供使用的全部的音，但只有从它们中抽取出来的音阶才可能提供可作为某一旋律基础的合乎规律的选择。”[28]琉特类乐器和长体齐特尔类乐器以及匀孔、匀柱乐器提供了获得中立音的可能，口弦以口腔为共鸣体，为人类提供了切近体验谐音列的经验，有太多机会感受第7、11、13号谐音带给人的音响美感。虽然千载百代传下来的经验是抽取了符合三分损益律和纯律的音阶，但学者们注意到，在民间，存在大量明确使用中立音的乐器，就笔者所见有关中立音的乐器研究有如下文章。

索引三

序号	篇　名	出版期号	作　者	刊物名称	出版单位
1	谈笛音	1947年第16期	杨荫浏	《杨荫浏音乐论文选集》原载《礼乐》	上海文艺出版社 1986 年版
2	七弦琴徽分之位置与其音程比值	1948年第1期	杨荫浏	《杨荫浏音乐论文选集》原载《礼乐》	上海文艺出版社 1986 年版
3	再谈笛律答阜西	1948 年第 2、3 期	杨荫浏	《杨荫浏音乐论文选集》原载《礼乐》	上海文艺出版社 1986 年版
4	谈乐器改良问题	1954年第1期	李元庆	《人民音乐》	
5	定音乐器或旋律乐器上的音位	1956年油印本	杨荫浏编	陕西的鼓乐社与铜器社	中央音乐学院民族音乐研究所
6	谈琵琶音律	1958 年版	杨荫浏	民族音乐研究论文集第三集	音乐出版社 1958 年版

7	信阳出土春秋编钟的音律	1959年第1期	杨荫浏	《音乐研究》
8	对《信阳出土春秋编钟的音律》的领会和疑问	1959年第6期	梁　易	《音乐研究》
9	关于春秋编钟音律问题	1960年第1期	杨荫浏	《音乐研究》
10	传统琵琶的音律和音阶	1964年9月版	李廷松	《音乐论丛》第五辑
11	论中间调式	1983年第3期	李汉杰	《民族艺术》
12	苗族的大筒箫、直箫	1983年第3期	李传佳	《中国音乐》
13	京剧音乐中微分音情况的实测与介绍	1985年创刊号	孙玄龄	《中国音乐学》
14	苗笛	1985年第5、6期连载	杨秀昭 何　洪 卢克刚	《乐器》
15	传统琵琶的特殊品位对乐曲的影响	1986年第2期	吴　犇	《中国音乐》
16	口弦音律与民族音体系	1987年第2期	应有勤	《民族音乐》
17	口弦的科学价值	1987年第1期	曾遂今	《音乐研究》
18	民间曲项琵琶考察纪实	1988年第3期	李世斌	《中国音乐学》
19	阿炳演奏的乐曲中有$\frac{3}{4}$音吗	1991年第1期	吴　犇	《交响》
20	略论"中指音"——中国中指问题	1993年第3期	罗复常	《中国音乐学》
21	中国民间音乐中的特殊音律现象的律学分析	1998年第3届律学会议	李　玫	《中央音乐学院学报》2000年第3期

杨荫浏先生早在40年代就已经与查阜西先生展开有关七平均律的讨论。他们并不是针对某种民间调式，而是就乐器形制反映出的律制问题而论，他们都注意到笛子的第二孔是个特殊音位，杨先生在《谈笛音》一文中，测音并计算出各孔音的音高，并对笛音与十二平均律、三分损益律和七平均律作了对照比较，得出“本国笛音不合于七平均律”的结论。对于第二孔和第六孔发出的特殊音位并未特别分析，只是笼统地与三分损益律、十二平均律、七平均律比较，比较的方法是将每孔音与上述各律的差数累积，再除六，得出平均差数，比较前述三种律制，与之差额最小，就最趋于该律制。从他的计算和比较列表来看，杨先生认为笛音是倾向于十二平均律和三分损益律的[29]。在杨先生的另一篇文章《七弦琴徽分之位置与其音程比值》[30]一文中，杨先生根据十三徽位，计算出全弦130徽分的弦长比值和音分数，以求一目了然地说明判定古琴中“常以徽分说明吟猱时按指转折之大小”一说是不合理的。因为各徽间的距离不同，徽分的间距不同，吟猱的转折自也不同；另外，徽位越低，每一徽分的音高变化就越小，而徽位越高，则每一徽分的音高变化就越大，如十徽八分之音和四徽之音都作上下常吟三分，则两音的润音变化悬殊，前者每上下移动一个徽分，音高变化仅11音分左右，而后者则有35—56音分之多。然则此番计算却显示出古琴每两徽之间有很多运用中立音的机会，当然杨先生那时不认为中立音有其合理性，故而没有注意这些数据。

杨先生虽然主张在琵琶上放弃两个特殊音位，但对民间乐器的中立音描述却是很客观的，在《陕西鼓乐社与铜器社·定音乐器上的音律矛盾问题》（索引三：文本5）中忠实记录了陕西鼓乐社与铜器社的定音乐器和旋律乐器上的音位，并指出定音乐器上的音律矛盾问题，认为是：一、同乐社中不同乐器、各乐社的定音乐器间都有音律矛盾；二、同调音阶在不同乐队中形式不同的矛盾，如

城隍庙用平调笛，以六孔全开为“六”音，集贤村则用开放三孔作“六”音，是而造成音阶形式不同；三、因移位式的翻调所引起的音阶形式之混乱；四、因求乐器演奏时的突出而有意造成的不协和性，并直接得出一个结论：“……因了有这样错误的看法，所以它在合奏中所显出不协和性也特别的多”。[31] 可贵的是杨先生在1983年发表的《三律考》中非常诚恳地说道：“在我国文献中，未见有关四分之三音程的理论，但在音乐实践中间，则这个四分之三音程非但得到普遍应用，而且存在已久。”[32]并在该文中检讨了以前的否定态度，前文已述，此处不赘。

杨先生在乐器音律方面的研究是多方面的，除了对以上所列举的民间现存乐器，如琵琶、笛子、古琴、西安鼓乐社与铜器社的乐器等进行音律分析，对出土乐器的音律考察也是先行者。早在1958年，杨先生便发表了《信阳出土春秋编钟的音律》一文，由于那时以三分损益律、纯律和十二平均律为基础，故而认为信阳编钟是一个接近十二平均律的五声音阶，五声之外“4”音不稳，低音“4”(第一号钟)偏高几乎一半音。[33]梁易先生则反驳杨的观点，认为这个偏高的“4”黄钟(c)是相生十一次所生的第十二律仲吕(#e)，春秋编钟音律有明显的三分损益律特征(索引三：文本8)。[34]

很显然，当时的律制之争皆在已知律制范围内。但在《三律考》一文中，杨先生已改变初见，认为信阳编钟显露出↑4音的消息，超出于已知的三种律制之外。

索引三中的两篇有关口弦的研究是非常重要的（文本16、17)，尤其是关于单簧口弦，作为远古人类所用音阶的遗响，口弦选用了第7谐音甚至第11、13谐音正是使用中立音的实例，研究者认为我们的祖先原本是习惯于中立音的，并形成了这般民族听觉，只是后来被三分损益法规定出的律制和纯律演绎出的律制限制住了。

其它与中立音有关的乐器研究主要是介绍某地、某民族的乐

器形制与所用音阶，从各部位尺寸、测音数据、演奏手法等方面描述。比如一些少数民族至今仍以墨线在竹管上等分出若干单位，再开孔制成匀孔笛[35]，因而产生中立音。另外，大量品（把）位乐器演奏时，由中指奏出中立音也是一种较为普遍的现象。有关这方面的论述有索引三之文本20、文本21。

本章小结

从王光祈20年代提出中国民间音乐中有四分之三音现象到现在的中立音研究，从否定此音律现象到寻求其律制归依，认识渐次提高，方法论渐趋成熟，技术分析手段也越来越规范，直至真正上升到音乐学范畴的研究。关于律制归属的主要观点有：①$\frac{3}{4}$音体系和纯律兼用或称自然律中素数因子的不同规范；②纯律；③复合律制；④七平均律。关于历史成因主要观点有：①对谐音列的不同选择；②文化传播、融合的结果。主要的研究方法有：文献考证、律学的数理计算、乐学理论的音调分析和乐器结构的分析。但在研究中还存在术语不统一，术语概念模糊和分析方法的随意性，实证的方法少而感性描述和主观推测多的倾向。对研究对象缺少宏观把握及横向比较，多为各地学者针对当地的中立音现象孤立地研究，因此难于对其成因和可能存在的历史来源做出合理判断。

本章第二节的命名只是就发表文论之多而言，就笔者所集，到目前为止，近二十年发表的直接与中立音有关的文章达86篇之多，称高峰期似不为过。第四节换一个角度重新评述在第二节提到过的一些文章，是想从乐器学这个侧面总结出研究方法。

古希腊人、西方人一直在研究微小音程，从最初为了解释和声问题终致发展到用微音程进行创作和演出，他们的三分音、四分音和四分之三音的研究意义并不在于解释中立音调式问题。在研究方法上分以数学研究律学的“理论派”和以听觉定律的“和谐派”。

古代阿拉伯人对自己独特的音感观念所做的理论律学和应用律学的双双探索是非常早的，他们把符合五度相生律的音位(用四度相生之法生出的九律)改造成为另外的音律数理范畴，在乐器上建立含中立音的音体系，以此来保护本民族音乐特性及乐制的作法，这可以算作最早对中立音的乐器学研究，也是走在最前面并达到很高理论水平的中立音研究。

本文将对广泛存在于民间的中立音现象作多角度的分析，笔者曾在硕士论文中，主要针对陕西、潮州和维吾尔族音乐中的中立音调式进行过乐、律学和人类学的研究，今次则对更广泛地区和民族的中立音现象作综合考察，从形态学、音乐声学和人类学诸方面分析中立音形成的自然原因和人文原因，整个分析将建立在测音数据分析的基础上。这项研究的意义在于对由来已久但没有理论总结的中立音现象，做出合理的分析，使这种音律现象得到理论的抽象，使其制度化，令实践的存在有理论的保护，从自在上升到自为，并填补律学研究中的空缺。

---

[1]《王光祈音乐论著选集》中册，人民音乐出版社，1993年1月第1版，第82页。

[2]《王光祈音乐论著选集》上册，人民音乐出版社，1993年1月第1版，第133页。

[3]《鄅户道情集》(一)，中国民间音乐研究会编，1945年9月，油印本。

[4]李元庆《谈乐器改良问题》，《人民音乐》1954年第1期，第24—28页。

[5]吴犇《琵琶音乐与其社会背景》，《中国音乐学》1992年第2期，第

57—69页。
[6]汪毓和《中国近现代音乐史》(修订版),人民音乐出版社,1994年第2版,第99页。
[7]李廷松《传统琵琶的音律和音阶》,《音乐论丛》第5辑,1964年9月出版,第147—159页。
[8]李元庆《谈乐器改良问题》,《人民音乐》1954年第1期,第24—28页。
[9]杨荫浏《谈琵琶音律》,《民族音乐研究论文集》(第三集),音乐出版社1958年版,第9—16页。
[10]鲁颂问《小于半音的音应该如何记谱》,《人民音乐》1953年第12期(就笔者看到的材料而言,这是最早和惟一的有关文章)。
[11]杨荫浏《三律考》,《音乐研究》1982年第1期,第30—39页。
[12]黎英海《汉族调式及其和声》,上海文艺出版社,1959年版。
[13]朱之屏《湖南特性羽调初探》,《音乐论丛》第3辑,1963年7月出版,第1—32页。黄虎威,《四川汉族民歌的调式》,《音乐论丛》第3辑,1963年7月出版,第33—70页。吕自强《〈梁秋燕〉一例是商调式还是徵调式——对〈汉族调式及其和声〉的质疑》,《人民音乐》1962年第3期。陈应时《也谈汉族民族调式问题——与黄凌、吕自强二位同志商榷》,《音乐论丛》第3辑,1963年7月出版,第82—93页。吕自强《再谈关于〈梁秋燕〉调式》,《音乐论丛》第3辑,1963年7月出版,第94—96页。
[14]贺绿汀《中国的音阶及民族调式问题》,《文汇报》1961年12月6日、7日连载。
[15]阿细族为彝族自称。
[16]贺绿汀《抗战音乐的历程及音乐的民族形式》,原载《中苏文化》1940年7月专刊,转引自冯文慈《汉族音阶调式的历史记载和当前实际》,《中央音乐学院学报》1981年第3期,第6—18页。
[17]李廷松《传统琵琶的音律和音阶》,《音乐论丛》第5辑,1964年9月出版,第152页。
[18]赵宋光《论五度相生调式体系》,上海文化出版社,1964年8月第一版。
[19]这件事被记述在《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》一文中。由于那时的学术气氛对“中立音”的存在有着双重否定:首先缺乏律学理论的支持,

人们大多把这种现象描述为一种临时性、经过性的状态，承认其特殊效果，如具有很大紧张度、不稳定性，有利于表现动荡不安的情绪等，但理论上讲，总是纳入到固有的调式和律制规范中。其次是意识形态方面的否定。当时受东欧音乐美学观的影响，尤其是有重要影响的波兰学者丽萨认为"四分之三音"从材料本身就是形式主义的，那么，在批判形式主义的大环境下，讨论中立音违背了丽萨判断。所以赵宋光先生的这部分研究则在出版社的建议下被抽去。当时的社会环境和政治气氛都不允许发表这个有关中立音的附录，这个附录20年后作为一篇独立文章发表出来，其理论认识的高度仍是超前的（赵宋光，中央音乐学院学报1982年第2期，第8—12页）。

[20] 缪天瑞《律学》，人民音乐出版社，1983年增订版，第204页。

[21] 笔者曾在硕士论文中使用过这个术语，并分别在《黄钟》1999年第4期、2000年第1期发表了《"中立音"调式意义》[上、下]；在《中央音乐学院学报》2000年第3期、第4期发表了《民间音乐中特殊音律现象的律学分析》[上、下]两章。随着学术思考的深入，认为这个术语不符合音乐历史发展的实际情况，具体的分析将贯穿在全书中。

[22] 陈其翔《一种新的自然律制》，《中国音乐学》1998年第4期，第19—26页。

[23] 赵宋光《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》，《中央音乐学院学报》1982年第2期，第8—12页。

[24] 牛龙菲《有关"七平均律"的问题》，《音乐艺术》1998年第2期，第6—13页。

[25] 李玫《陕西、潮汕、维吾尔族木卡姆音乐中"中立音"现象及人文背景分析》之附录《与"七平均律说"的商榷》，载西安音乐学院硕士论文集，第301—362: 355页；另见《中央音乐学院学报》2000年第3期《中国民间音乐中的特殊音律现象的律学分析》。

[26] 在笔者《中国民间音乐中的特殊音律现象的律学分析》一文中，曾详细分析了琉特类乐器和匀品、匀孔乐器所提供的中立音音体系，载《中央音乐学院学报》2000年第3期，第28—35页；第4期，第76—83页。

[27] 缪天瑞《律学》，人民音乐出版社1996年修订版，第228页。

[28] 萨克斯《比较音乐学——异国文化的音乐》，此文第一版发表于1930年(莱比锡)，笔者引用的译文由俞人豪根据1959年(海德堡)克维勒和梅耶尔出版社出版的修订版译出，并收入《民族音乐学译文集》，中国文联出版公司1985年6月第1版，第39—120: 67页。
[29]《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第134—139页。
[30]《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第163—171页。
[31]《陕西鼓乐社与铜器社·定音乐器上的音律矛盾问题》，第81页。
[32]《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第394—405页。
[33]《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第298—304页。
[34]《音乐研究》1959年第6期，第96页。
[35] 李汉杰《论中国调式》，《民族艺术》1983年第3期，第1—8页。

第二章

关于方法论的解释以及中立音审美意义的音乐声学依据

"律学(temperament)是对构成乐制的各音,依据'声学'(a-coustics)原理、运用数学方法来研究各音间相互关系的一门学科;并包括律学史(某一国或某一地区律学研究和实际应用的历史)和比较律学(从世界范围对各民族的乐制作比较研究)等。"[1]谈论音律现象势必遇到律制问题,然而本文所论的特殊音律却超出已有律制的规范,在各种含中立音的调式音阶中,中立音与其它各音级之间的关系是怎样的,其由来和规定高度是如何确定的,用现有的方法无法解释。这就涉及到用什么样的方法论的问题。本文仍将遵循律学的理论属性,立足于声学原理的基础,用数学方法来研究中立音的发生以及在旋律中的调律运动规律,并寻找其体系化的可能性。其实,笔者已经在硕士论文《陕西、潮汕、新疆维吾尔族木卡姆音乐中的"中立音"现象及人文背景》中运用"跃迁说"[2]理论分析中立音的运动规律,并得到从乐学角度的佐证。由于当初只是运用该理论做具体的实证分析,而没有结合声学、即音乐声学原理做进一步讨论,现在有必要对此方法论做详细说明。

第一节

有关方法论的思考

谈到对音高的研究，首先需要确定恰当的术语。人们自古以来就建立了一系列相关的认识：较低的音，对应于较长的弦或管，类比于较大、较重、较粗的事物；较高的音，对应于较短的弦或管，类比于较小、较轻、较细的事物。在中国古代文献中用“宏细”表示这种观念，并进而用律数的大小予以表述：宏——较大的数——较低的音，细——较小的数——较高的音。古希腊、古印度则用相对弦长来表示音高的相对关系，这和中国传统律学中的宏细观念是一致的。

这种表述方式有极为自然的依据，也符合乐音的审美类比特性。但现在，人们习惯于用频率概念来表述音高，这种表述颠倒了音高与数的对应关系，让较低的音对应于较小的数，较高的音对应于较大的数。古代自然的宏细观念被颠倒了。这种表述方式来自近代声学早期宏观实验的思维方式。至于有的民族把“频率”说成“振动数”，就更是一个不科学和导致误会的名词。当我们要从近代跨入现代的历史时刻，必须从早期宏观实验的思维方式上升到现代微观量度的思维方式，即从“振动频率”转到“振动周期”。振动周期指的是音波的每次振动占多长的时间，换句话说就是“时间中的绝对波长”这才真正确定无疑地体现了音高物理本质。由此出发，我们就可以进一步使用“相对波长”来描述音高物理本质之间的相对关系。无论是绝对波长还是相对波长都恢复了古代自然的宏细观念，重建了真数领域“低——大，高——小”的自然对应关系。这样的相对波长数值也就能与古中国、古希腊、古印度、古阿拉伯传统律学所运用的表述方式保持一致。

但这是更高水平上的回归，突破了弦、管等发音工具的局限性，而直接把握音波振动状态本身。而从数学模式讲，惟有用相对

的数值才能把握音律、音程、音系相互联系的普遍规律。这也正是古代“律数”和“相对弦长”等概念所留给后人的永恒启示。

赵宋光先生在他那篇题为《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》一文中设计了一个分析中立音的理论方法，这个方法的核心是寻找从五度相生律转化到$\frac{3}{4}$音、$1\frac{3}{4}$音的逻辑联系，并由数理加以说明。运用这个方法，对民间音乐中自然存在的中立音程就可以做出合理的律学解释，可以对造成这种音程的长度比（弦长比、波长比、振动周期比）给出整数比。我们知道纯八度、纯五度、纯四度的整数比，我们也可以知道中立音程的整数比。在两个不同领域间的转化可以通过自然数的跃迁实现，比如从五度相生律到纯律的转化理解为是从81这个自然数“跃迁”到80这个自然数而实现的，$\frac{80}{81}$（22音分）是我们熟悉的关系，即普通音差。这反映的是素数3→5的跃迁，是两个品种之间很小的跃迁，它没有改变大音程之大的本质，也没有改变小音程之小的本质，对于一般听众的耳朵，五度律大三度和纯律大三度并没有什么特殊的区别，所以这只是内部很小的跃迁。而从五度相生律到中立音或纯律到中立音，这两个品种之间的跃迁变大了，任何人都可以感觉到大三度和中立三度的区别，这个跃迁改变了音程的性质。我们来看看典型地向中立音跃迁是怎样进行的。

一、对跃迁理论的说明

关于“中立音”音律现象形成机制的“跃迁说”，可分为如下六点来介绍。

1. 主音上方小三度音发生半升演变的可能性

这可能性可从两个视角来说明：

(1)在相对波长为**整数连比**条件下所观察到的可能性。

(2)在相对波长为**分数单位连比**条件下所观察到的可能性。

①在相对波长为整数连比条件下所观察到的可能性。

在两种始发条件下，都可见到可能性：(甲)以羽调式的下半截三音列为始发条件；(乙)以自然小调式的第一、三、四级三音列为始发条件。

(甲)以羽调式的下半截三音列为始发条件所观察到的可能性

阶名：		羽		宫		商
唱名：		La		Do		Rai
相对音高音分数：		0		294.14		498.05
相对波长：		1	:	$\frac{27}{32}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：		|	$\frac{32}{27}$	|	$\frac{9}{8}$	|
相对波长可化作：	=	$\frac{32}{32}$	:	$\frac{27}{32}$	:	$\frac{24}{32}$
	=	32	:	27	:	24
跃迁可能性：				$27 \times \frac{26}{27} = 26$ [3]		
演变结果：		32	:	26	:	24
	=	16	:	13	:	12
阶名：		羽		↑宫		商
唱名：		La		↑Do		Rai
相对音高音分数：		0		359.46		498.05
相对波长：		1	:	$\frac{13}{16}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：		|	$\frac{16}{13}$	|	$\frac{13}{12}$	|

(乙)以自然小调

(乙)以自然小调式的第一、三、四级三音列为始发条件
所观察到的跃迁可能性

阶名:		羽		宫		商
唱名:		La		Do		Rai
相对音高音分数:		0		315.64		498.05
相对波长:		1	:	$\frac{5}{6}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:		|	$\frac{6}{5}$	|	$\frac{10}{9}$	|
相对波长可化作:	=	$\frac{12}{12}$	:	$\frac{10}{12}$	:	$\frac{9}{12}$
	=	12	:	10	:	9
	=	48	:	40	:	36
跃迁可能性:				$40 \times \frac{39}{40} = 39$ [4]		
演变结果:		48	:	39	:	36
	=	16	:	13	:	12
阶名:		羽		↑宫		商
唱名:		La		↑Do		Rai
相对音高音分数:		0		359.46		498.05
相对波长:		1	:	$\frac{13}{16}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:		|	$\frac{16}{13}$	|	$\frac{13}{12}$	|

两条通道殊途同归,演变成的主音上中三度音的相对波长数值都是$\frac{13}{16}$。但在不同的始发条件下发挥作用的跃迁算子是不同的。在(甲)条件下,发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{26}{27}$”,在(乙)条件下,发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{39}{40}$”。这两种跃迁算子有共同的性质:分子含素数13。因此,两者都可归入“**阴仪13化跃迁**”这一范畴。

②在相对波长为分数单位连比条件下所观察到的可能性。

在两种始发条件下都可见到可能性:(甲)以羽调式的下半截三音列为始发条件;(乙)以自然小调的第一、三、四级三音为始发条件。

(甲)以羽调式的下半截三音列为始发条件所观察到的跃迁可能性

阶名: 羽 宫 商

唱名: La Do Rai

相对音高音分数: 0 294.14 498.05

相对波长: $1 : \frac{27}{32} : \frac{3}{4}$

相邻音级音程系数: $| \ \frac{32}{27} \ | \ \frac{9}{8} \ |$

相对波长可化作: $= \frac{27}{27} : \frac{27}{32} : \frac{27}{36}$

$= \frac{1}{27} : \frac{1}{32} : \frac{1}{36}$

跃迁可能性: $\boxed{\frac{1}{32} \boxed{\times \frac{32}{33}} = \frac{1}{33}}$

演变结果: $\frac{1}{27} : \frac{1}{33} : \frac{1}{36}$

$= \frac{1}{9} : \frac{1}{11} : \frac{1}{12}$

阶名: 羽 ↑宫 商

唱名: La ↑Do Rai

相对音高音分数: 0 347.41 498.05

相对波长: $1 : \frac{9}{11} : \frac{3}{4}$

相邻音级音程系数: $| \ \frac{11}{9} \ | \ \frac{12}{11} \ |$

(乙)以自然小调的第一、三、四级三音为始发条件所观察到的跃迁可能性

阶名: 羽 宫 商

唱名: La Do Rai

相对音高音分数：	0	315.64	498.05
相对波长：	1 :	$\frac{5}{6}$:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：	| $\frac{6}{5}$ |	$\frac{10}{9}$ |	
相对波长可化作：=	$\frac{15}{15}$:	$\frac{15}{18}$:	$\frac{15}{20}$
=	$\frac{1}{15}$:	$\frac{1}{18}$:	$\frac{1}{20}$
=	$\frac{1}{45}$:	$\frac{1}{54}$:	$\frac{1}{60}$
跃迁可能性：		$\boxed{\frac{1}{54}\ \boxed{\times\frac{54}{55}} = \frac{1}{55}}$	
演变结果：	$\frac{1}{45}$:	$\frac{1}{55}$:	$\frac{1}{60}$
=	$\frac{1}{9}$:	$\frac{1}{11}$:	$\frac{1}{12}$
阶名：	羽	↑宫	商
唱名：	La	↑Do	Rai
相对音高音分数：	0	347.41	498.05
相对波长：	1 :	$\frac{9}{11}$:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：	| $\frac{9}{11}$ |	$\frac{12}{11}$ |	

两条通道殊途同归，演变成的主音上中三度音的相对波长数值都是$\frac{9}{11}$。但在不同的始发条件下发挥作用的跃迁算子是不同的。在（甲）条件下，发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{32}{33}$”，在（乙）条件下，发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{54}{55}$”。这两种跃迁算子具有共同的性质：分母含素数 11。因此，两者都可归入“**阳仪 11 化跃迁**”这一范畴。

2. 主音上方大二度音发生半降演变的可能性

这可能性亦可从两个视角来说明：

(1)在相对波长为整数连比条件下所观察到的可能性。

(2)在相对波长为分数单位连比条件下所观察到的可能性。

①在相对波长为整数连比条件下所观察到的可能性。在两种始发条件下，都可见到可能性：(甲)以徵调式的下半截三音列为始发条件；(乙)以印度古代Sa-grama的第一、二、四级三音列为始发条件。这条件下的二级音，并非重属音，而是相当于大调下属功能Ⅱ级小和弦的根音。

(甲)以徵调式的下半截三音列为始发条件所观察到的可能性

阶名：	徵		羽		宫
唱名：	So		Do		Rai
相对音高音分数：	0		203.91		498.05
相对波长：	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：	｜	$\frac{9}{8}$	｜	$\frac{32}{27}$	｜
相对波长可化作：=	$\frac{36}{36}$	:	$\frac{32}{36}$	:	$\frac{27}{36}$
=	36	:	32	:	27
跃迁可能性：			$32 \times \frac{33}{32} = 33$		
演变结果：	36	:	33	:	27
=	12	:	11	:	9
阶名：	徵		↓羽		宫
唱名：	So		↓La		Do
相对音高音分数：	0		150.64		498.05
相对波长：	1	:	$\frac{11}{12}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数：	｜	$\frac{12}{11}$	｜	$\frac{11}{9}$	｜

(乙)以印度古代Sa-grama的第一、二、四级三音列为始发条件所观察到的跃迁可能性

印度古代音名:	Sa		Ri		Ma
唱名	Rai		Mi		So
	Do		Rai		Fa
相对音高音分数:	0		182.40		498.05
相对波长:	1	:	$\frac{9}{10}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{10}{9}$	|	$\frac{6}{5}$	|
相邻波长可化作:	$\frac{20}{20}$		$\frac{18}{20}$		$\frac{15}{20}$
=	20	:	18	:	15
=	60	:	54	:	45
跃迁可能性:			$54 \times \frac{55}{54} = 55$		
演变结果:	60	:	55	:	45
=	12	:	11	:	9
印度古代音名:	Sa		↓Ri		Ma
唱名	Rai		↓Mi		So
	Do		↓Rai		Fa
相对音高音分数:	0		150.64		498.05
相对波长:	1	:	$\frac{11}{12}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{12}{11}$	|	$\frac{11}{9}$	|

两条通道殊途同归，演变成的主音上中二度音的相对波长数值都是$\frac{11}{12}$。但在不同的始发条件下发挥作用的跃迁算子是不同的。在(甲)条件下，发挥作用的跃迁算子是"$\times\frac{33}{32}$"，在(乙)条件下，发挥作用的跃迁算子是"$\times\frac{55}{54}$"。这两种跃迁算子有共同的性

质:分子含素数 11。因此,两者都可归入"**阴仪 11 化跃迁**"这一范畴。

②在相对波长为分数连比条件下所观察到的可能性。在两种始发条件下,都可见到可能性:(甲)以徵调式的下半截三音列为始发条件;(乙)以印度古代 Sa-grama 的第一、二、四级三音列为始发条件。在此重新强调,这条件下的二级音,并非重属音,而是相当于大调下属功能Ⅱ级小和弦的根音。

(甲)以徵调式的下半截三音列为始发条件所观察到的可能性

阶名:	徵		羽		宫
唱名:	So		La		Do
相对音高音分数:	0		203.91		498.05
相对波长:	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{9}{8}$	|	$\frac{32}{27}$	|
相对波长可化作:=	$\frac{24}{24}$	:	$\frac{24}{27}$	:	$\frac{24}{32}$
=	$\frac{1}{24}$	:	$\frac{1}{27}$	:	$\frac{1}{32}$
跃迁可能性:			$\boxed{\frac{1}{27}\boxed{\times\frac{27}{26}}=\frac{1}{26}}$		
演变结果:=	$\frac{1}{24}$	:	$\frac{1}{26}$	:	$\frac{1}{32}$
=	$\frac{1}{12}$	:	$\frac{1}{13}$	:	$\frac{1}{16}$
阶名:	徵		↓羽		宫
唱名:	So		↓La		Do
相对音高音分数:	0		138.57		498.05
相对波长:	1	:	$\frac{12}{13}$	:	$\frac{3}{4}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{13}{12}$	|	$\frac{16}{13}$	|

(乙)以印度古代Sa-grama的第一、二、四级三音列为始发条件
所观察到的跃迁可能性

印度古代音名:	Sa	Ri	Ma
唱名	Rai	Mi	So
	Do	Rai	Fa
相对音高音分数:	0	182.40	498.05

相对波长: $1 : \frac{9}{10} : \frac{3}{4}$

相邻音级音程系数: $| \ \frac{10}{9} \ | \ \frac{6}{5} \ |$

相对波长可化作: $= \frac{9}{9} : \frac{9}{10} : \frac{9}{12}$

$= \frac{1}{9} : \frac{1}{10} : \frac{1}{12}$

$= \frac{1}{36} : \frac{1}{40} : \frac{1}{48}$

跃迁可能性: $\boxed{\frac{1}{40} \boxed{\times \frac{40}{39}} = \frac{1}{39}}$

演变结果: $= \frac{1}{36} : \frac{1}{39} : \frac{1}{48}$

$= \frac{1}{12} : \frac{1}{13} : \frac{1}{16}$

印度古代音名:	Sa	↓Ri	Ma
唱名	Rai	↓Mi	So
	Do	↓Rai	Fa
相对音高音分数:	0	138.57	498.05

相对波长: $1 : \frac{12}{13} : \frac{3}{4}$

相邻音级音程系数: $| \ \frac{13}{12} \ | \ \frac{16}{13} \ |$

两条通道殊途同归,演变成的主音上中二度音的相对波长数值都是$\frac{12}{13}$。但在不同的始发条件下发挥作用的跃迁算子是不同

的。在(甲)条件下,发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{27}{26}$”,在(乙)条件下,发挥作用的跃迁算子是“$\times\frac{40}{39}$”。这两种跃迁算子有共同的性质:分母含素数13。因此,两者都可归入“**阳仪13化跃迁**”这一范畴。

3. 在上述两对貌似关系中,都能观察到“11、13反仪交互貌似”这一规律,表现为音差系数$\frac{144}{143}$

在主音上小三度音半升演变的音律现象中,我们见到如下两种演变结果:

阴仪13化:

相对音高音分数:	0		359.46
相对波长:	1	:	$\frac{13}{16}$

阳仪11化:

相对音高音分数:	0		347.41
相对波长:	1	:	$\frac{9}{11}$

问:这两种高度的音差是多少?

音差的音程值用音分数表示:359.46−347.41=12.05

音差系数:$\frac{9}{11}\div\frac{13}{16}=\frac{144}{143}$

在主音上大二度音半降演变的音律现象中,我们见到如下两种结果:

阴仪11化:

相对音高音分数:	0		150.64
相对波长:	1	:	$\frac{11}{12}$

阳仪13化:

相对音高音分数:	0		138.57

相对波长:	1	:	$\frac{12}{13}$

问:这两种高度的音差是多少?

音差的音程值用音分数表示:150.64－138.57＝12.07

音差系数:$\frac{12}{13} \div \frac{11}{12} = \frac{144}{143}$

在这两对貌似关系中贯穿着同一规律。前一种情况,**阴仪** 13 **化**貌似**阳仪** 11 **化**。后一种情况,**阴仪** 11 **化**貌似**阳仪** 13 **化**。一言以蔽之,11、13 反仪交互貌似。两种情况下观察到的音差是一致的:音程系数为$\frac{144}{143}$,音程值用音分数表示约为 12 音分。这个规律是赵宋光先生发现的,故可以命名为"赵宋光音差"。

4. 把两种中二度分别叠置于大全音之上,可得到另外两种中三度

(1)在主音上方大全音这音级之上叠置**阴仪** 11 **化**形成的中二度,就得到:

唱名:	Do		Rai		↓Mi
相对音高音分数:	0		203.91		354.55
相对波长:	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{22}{27}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{9}{8}$	|	$\frac{12}{11}$	|
相对波长表述为最简整数比:	27	:	24	:	22

(2)在主音上方大全音这音级之上叠置**阳仪** 13 **化**形成的中二度,就得到:

唱名:	Do		Rai		↓Mi
相对音高音分数:	0		203.91		342.48
相对波长:	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{32}{39}$

相邻音级音程系数:	$\frac{9}{8}$	$\frac{13}{12}$	
相对波长表述为最简整数比:	117 :	104 :	96

5. 把两种中二度分别叠置于小全音之上,可得到又两种中三度

(1)在主音上方小全音这音级之上叠置阴仪11化形成的中二度,就得到:

唱名:	Do	Rai	↓Mi
相对音高音分数:	0	182.40	333.04
相对波长:	1 :	$\frac{9}{10}$:	$\frac{33}{40}$
相邻音级音程系数:	$\frac{10}{9}$	$\frac{12}{11}$	
相对波长表述为最简整数比:	40 :	36 :	33

(2)在主音上方小全音这音级之上叠置阳仪13化形成的中二度,就得到:

唱名:	Do	Rai	↓Mi
相对音高音分数:	0	182.40	320.98
相对波长:	1 :	$\frac{9}{10}$:	$\frac{54}{65}$
相邻音级音程系数:	$\frac{10}{9}$	$\frac{13}{12}$	
相对波长表述为最简整数比:	130 :	117 :	108

6. 上述6种中三度,从低到高予以排序,得到如下系列

相对音高音分数:	320.98	333.04	342.48	347.41	354.55	359.46
相对波长:	$\frac{54}{65}$	$\frac{33}{40}$	$\frac{32}{39}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{13}{16}$

相邻律位音差系数：| $\frac{144}{143}$ | $\frac{1287}{1280}$ | $\frac{352}{351}$ | $\frac{243}{242}$ | $\frac{352}{351}$ |

这6个律位彼此貌似，集合起来可看作一套参照数据，供分析测音数据时用作可借鉴的理论数据。

7. 上述6种中三度，成套作五度相生移位，可获得其它各种"中立音"音律现象的理论数据

(1)这套数据分别$\times\frac{2}{3}$，就得到"中七度"的6种理论数据。

(2)这套数据分别$\times\frac{8}{9}$，就得到"半增四度"的6种理论数据。

(3)这套数据分别$\times\frac{3}{4}$，就得到"中六度"的6种理论数据。

(4)这套数据分别$\times\frac{9}{8}$，就得到"中二度"的6种理论数据。

(5)这套数据分别$\times\frac{27}{32}$，就得到"半减五度"的6种理论数据。

表一

"中立音程"多种方案理论假设数据表(以d^{1}为音律座标系主音)*注

主音上中二度	${}^{d}c^{1}-.16$ 117.07 $\frac{243}{260}$	${}^{d}e^{1}-.10$ 129.13 $\frac{297}{320}$	${}^{d}e^{1}-.06$ 138.57 $\frac{12}{13}$	${}^{\#b}e^{1}-.03$ 143.50 $\frac{81}{88}$	${}^{d}e^{1}+.00$ 150.64 $\frac{11}{12}$	${}^{\#b}e^{1}+.03$ 155.56 $\frac{117}{128}$
主音上中三度	${}^{d\#}f^{1}-.15$ 320.98 $\frac{54}{65}$	${}^{d\#}f^{1}-.08$ 333.04 $\frac{33}{40}$	${}^{d\#}f^{1}-.04$ 342.48 $\frac{32}{39}$	${}^{\#}f^{1}-.01$ 347.41 $\frac{9}{11}$	${}^{d\#}f^{1}+.02$ 354.55 $\frac{22}{27}$	${}^{\#}f^{1}+.05$ 359.46 $\frac{13}{16}$
主音上半增四度	${}^{d\#}g^{1}-.13$ 524.89 $\frac{48}{65}$	${}^{d\#}g^{1}-.07$ 536.95 $\frac{11}{15}$	${}^{d\#}g^{1}-.02$ 546.39 $\frac{256}{351}$	${}^{\#}g^{1}+.01$ 551.32 $\frac{8}{11}$	${}^{d\#}g^{1}+.04$ 558.46 $\frac{176}{243}$	${}^{\#}g^{1}+.07$ 563.38 $\frac{13}{18}$
主音上半减五度	${}^{d}a^{1}-.17$ 615.11 $\frac{729}{1040}$	${}^{d}a^{1}-.11$ 627.18 $\frac{891}{1280}$	${}^{d}a^{1}-.07$ 636.62 $\frac{9}{13}$	${}^{\#b}a^{1}-.04$ 641.54 $\frac{243}{352}$	${}^{d}a^{1}-.01$ 648.68 $\frac{11}{16}$	${}^{\#b}a^{1}+.02$ 653.61 $\frac{351}{512}$
主音上中六度	${}^{d}b^{1}-.15$ 819.02 $\frac{81}{130}$	${}^{d}b^{1}-.09$ 831.09 $\frac{99}{160}$	${}^{d}b^{1}-.05$ 840.53 $\frac{8}{13}$	${}^{\#b}b^{1}-.02$ 845.45 $\frac{27}{44}$	${}^{d}b^{1}+.01$ 852.59 $\frac{11}{18}$	${}^{\#b}b^{1}+.04$ 857.52 $\frac{39}{64}$
主音上中七度	${}^{d\#}c^{2}-.14$ 1022.93 $\frac{36}{65}$	${}^{d\#}c^{2}-.08$ 1035.00 $\frac{11}{20}$	${}^{d\#}c^{2}-.03$ 1044.44 $\frac{64}{117}$	${}^{\#}c^{2}-.00$ 1049.36 $\frac{6}{11}$	${}^{d\#}c^{2}+.03$ 1056.50 $\frac{44}{81}$	${}^{\#}c^{2}+.06$ 1061.43 $\frac{13}{24}$

以上36个数据中,有的比率(系数)较为简单,可优先借鉴,有的比率(系数)过于复杂,可弃之不用(*注:上表每格第一行为平均律全音数校正值,第二行为音分数,第三行为相对波长。"ǂ"符号表示半升,音程距离为四分之一音,音分数≈50、"d"符号表示半降,音程距离为四分之一音,音分数≈50)。

"阴仪11化跃迁"和"阳仪13化跃迁",形成"半降徵调式类色彩音"(半降羽、半降角、半降变宫、半降变徵等);"阴仪13化跃迁"和"阳仪11化跃迁",形成"半升羽调式类色彩音"(半升宫、半升徵、半升清角、半升清羽等)。这就是两条跃迁通道,在两个不同领域之间因此而建立起了逻辑联系。这种真数的跃迁反映出前后两个领域各自质的规定性,各自相对应的对数则反映了两个领域各自量的规定性。所以,有了长度比,便可以得知音程大小;反之,对于各种中立音程,我们也都可以透过量的测定转入质的把握,简单说,就是从对数还原到真数。

二、对"跃迁"概念的移植

在上述方法阐述过程中,"跃迁"一词是个关键概念,它从何而来,有无合理性,这必须讲清楚,才可以被大家所理解、所接受。赵宋光先生从量子力学中借用了这个词,由于他未对此多作解释,我便越俎代庖,以我理解到的程度,试图说明借用这个词的根据,以宣传"跃迁说"理论。当然,我还远未能了解赵先生在使用这个词时所伴随的更睿智的思维。

"跃迁"这个词在物理学中原来的涵义是:在任何时刻,一个原子中实现的只是一个轨道的电子运动,这原子只具有与这运动对应的一个数值的能量,也就只是一个能级。电子从某一轨道跳到另一轨道称为**跃迁**(Transition),也可以说原子从前一状态**跃**

迁到后一状态。在基态的原子可以吸收能量而**跃迁**到较高能量的状态[5](黑体为笔者所标)。

这个词所代表的意义,移植过来说明音律变化的物理属性是很贴切的。

旋律的婉转迭宕是由于音程各种方向的级进、跳进形成,无论级进还是跳进,从音波振动状态的变化来说,都是某种"跃迁"。这个从现代物理借用的概念,可以指振动状态由某一波长突然改变为另一波长,不经过中间状态,不插入过渡阶段。跃迁反映在旋律形态上就是旋律音程,或为下行,或为上行,级进或跳进,旋律线条就有了高低起伏。跃迁所跨越的间距可能很小,这样的跃迁是隐形的,难于觉察的,实际体现的是不同律制间的转换;也可能是音程内部较明显的变化,甚至进入前所未知的律制领域,比如小音程变为中音程、大音程变为中音程,纯音程变为半增音程、增音程,或反之。所以,可以说我们所有的旋律变化本质上都是由于振动状态不停地跃迁变化。尤其是在描述人声的音高变化时,用"跃迁"这个词更形象,人的声带紧张时音总是会偏高,我们可以庸俗地解释为紧张带来了能量变化,使声带振动加速,振动周期缩短,导致声音偏高。

旋律进行中的跃迁性质不必多考虑,因为无论怎样的跃迁,都是在我们已经把握了的数的范围内,并已建立了确定的音律制度。赵先生在最初使用这个词时是针对旋律变化而言,继而说明和声功能体系的问题,最终扩展到对调式演变规律的揭示。从已知律制跃迁到中立音,是向未知的数理领域跃迁。所以,通过建立一系列相对波长组合,求出最简整数比形式,再看哪一个音会遇到跃迁契机和怎样的跃迁,一系列音之间的数理逻辑关系被如何改变,并由此发现音律的新天地。就上边所示的跃迁范例来说,自然数 27 可以理解为基态,26 则是受激态,它们是两种不同状态,有着本质的区别,27 的本质是素数因子 3 的倍数,26 的本质是素

数因子 13 的倍数；自然数 32 和 33 是另外两个不同状态，各自分属因数 2 和因数 11。也就是说，音律活动进入了以因数 11 或 13 解释的领域。跃迁是有选择性的，如同前边所举的例子，27 跃迁到 28 或 26，32 跃迁到 31 或 33，各为±1。

有人借用了另外一个物理概念——平移(Translation)。它的物理学定义是：刚体内质点的运动路程都互相平等，任意两点的连线始终保持与原来平等的方向时谓之平移[6]。从英文的含义也可以看出它不如“跃迁”更准确。Transition 有转化之意，即指本质的改变，而 Translation 则为平动、转移，并不强调本质的变化。在原子物理学的概念中，平移只是能量的交换，内部能量不变。如果平移能量转变为内部能量，就会使原子被激发而从原有低能级跃迁到高能级。由此看来，跃迁一词是能准确表述音律发生质变的可借用的概念。平移在这里显然不尽贴切。

如果说，通过跃迁，从五度相生律进入中立音数理领域，那么，我们也可以说，早期琵琶柱位改革去掉产生中立音的旧七品、旧十一品，加上新七品和新八品，降低十一品$\frac{1}{4}$音，这种做法可以被看作是从半升或半降的音位经过跃迁回到五度相生的音阶行列中来。

中立音是自然声响中客观存在的，我们既然已经知道它在谐音列上的位置，我们就可以借用跃迁这个概念，寻求自然律制中已知和未知两个领域之间的理论联系通道。

在两个已知领域之间(五度相生律和纯律)的理论跃迁通道是：$\frac{80}{81}$(21.50 音分，即我们通常说的“普通音差”)，3→5 的跃迁。

已知和未知两个领域之间的理论跃迁通道是：

纯律到中立音的转化是$\frac{40}{39}$(43.83 音分)，5→13 的跃迁；

五度相生律到中立音的转化是$\frac{26}{27}$(65.34 音分)，3→13

的跃迁。

作为理论体系的建设，上述六组四度框架三音列比例关系有涵盖普遍的意义，任何一组相对应的音调都可以像基本模块一样被安装到普通的调式中，形成各种各样的"调式变体"。在后边章节的形态分析中，笔者将运用这个模块把民间音乐中立音的音调片断分离出来，抽象出民间音乐中立音现象的律学规律，待理论的问题讨论清楚了，还可以建立第 11 谐音的音系网和第 13 谐音的音系网，使大家欲知某中立音的来龙去脉以及相对波长和对应的音分数，就可从这网上查出。当然这件工作可以放在理论律学的专著中去做，不宜在此凭添篇幅。

在各民族的音乐实际中，还涉及了其它一些数，如素数 7，其跃迁算子有比如：$\frac{49}{50}$（34.97 音分），5→7 的跃迁；$\frac{27}{28}$（62.96 音分），3→7 的跃迁等等。结合具体的音调结构，我们仍然可以建立起一系列相对波长组合，并看出其转化途径，同样也能建立起第 7 谐音的音系网。而前述的四组四度框架数列：$16:13:12$ 和 $12:11:9$、$\frac{1}{9}:\frac{1}{11}:\frac{1}{12}$ 和 $\frac{1}{12}:\frac{1}{13}:\frac{1}{16}$（两组主音上方小三度半升和两组主音上方大二度半降）、四组中三度数列 $1:\frac{8}{9}:\frac{22}{27}$ 和 $1:\frac{8}{9}:\frac{32}{39}$、$1:\frac{9}{10}:\frac{33}{40}$ 和 $1:\frac{9}{10}:\frac{54}{65}$（两组大全音上叠加中二度和两组小全音上叠加中二度）相对应的音调，作为典型音调模块，可以涵盖、解释各种具有中立音的调式，这是理论律学给形态学分析提供的逻辑结构。这种出于一定的比例关系中的长度连比系列的方法不是实验的方法，而是理论假设的逻辑构建的方法。这个方法有待于、而且可以得到艺术实践的验证，它的普适性在后文的分析中会渐渐表现出来。它也可以和现有的和声学理论和旋律学理论相协调。

第二节

对古籍文献《淮南子·天文训》中律数的理解

其实，在古往今来的音乐实践中，甚至包括理论研究中，人们早已在自己的音乐行为中灵活变通地在自然律广阔的数理领域之间出入进退，大量中立音现象就是跳出因数3、5的规范，追求中立音所具有的紧张度带给人的心理快感，而在数的本质上形成了跃迁。

律学文献中有一个著名的"律数之迷"，是汉代刘安编著的《淮南子》中有关音乐的一段文字，人们对其中记载的律数所反映的律制，既非三分损益律，又非全是纯律，亦不合十二平均律，该律数如何产生，使历来的律学理论家们迷惑不解。比较主要的解释也脱离不了三大律的思维，认为仍属三分损益法者不能解释为何该律数不合三分损益律；认为是对纯律的探求者不能解释为何有纯律因素却又不合纯律；认为是对十二等差律的探索者也不理解为何相似却不全同。笔者在学习《淮南子·天文训》中这段文字时，虽也不明白其真实意图是追求什么律制，但对那两个被调整的数感到极大兴趣。这段文字很长，现摘其中有关音律及对应的数一段文字：

"……以三参物，三三如九，故黄钟之率九寸而宫音调。因而九之，九九八十一，故黄钟之数立焉。……十二各以三成，故置一而十一三之，为积分十七万七千一百四十七，黄钟大数立焉。……黄钟为宫，宫者，音之君也。故黄钟位子，其数八十一，主十一月，下生林钟；林钟之数五十四，主六月，上生太簇；太簇七十二，主正月，下生南吕；南吕四十八，主八月，上生姑洗；姑洗六十四，主三月，下生应钟，应钟之数四十二，主十月，上生蕤宾。蕤宾之五十七，主五月，上生大吕。大吕之数七十六，主十二月，下生夷则，夷

则之数五十一，主七月，上生夹钟。夹钟之数六十八，主二月，下生无射。无射之数四十五，主九月，上生仲吕。仲吕之数六十，主四月，极不生。徵生宫，宫生商，商生羽，羽生角，角生姑洗，姑洗生应钟，比于正音，故为和。应钟生蕤宾，不比正音，故为缪。”[7]

这段话，说的是淮南子十二辰观念，用图表示为：

十一月	十二月	正月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
子	丑	寅	卯	辰	巳	午	未	申	酉	戌	亥	子	丑
黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射	应钟	黄钟	大吕
	76		68			57		51		45			
81		72		64	60		54		48		42		
						(缪)					(和)		

淮南子这组数字中有七律不合三分损益律，根据黄钟大数177147，长度为81，以三分损益之法，余后各律应为：

	三分损益法得数		淮南子约数
大吕	165888	长度＝75.851851	(≈76)
太簇	157464	长度＝72	
夹钟	147456	长度＝67.423868	(≈68)
姑洗	139968	长度＝64	
仲吕	131072	长度＝59.932327	(≈60)
蕤宾	124416	长度＝56.888888	(≈57)
林钟	118098	长度＝54	
夷则	110592	长度＝50.567901	(≈51)
南吕	104976	长度＝48	
无射	98304	长度＝44.949245	(≈45)
应钟	93312	长度＝42.666666	(≈42)

若以三分损益法求各律，只有包括黄钟在内的前五律(林钟、太簇、南吕、姑洗)可以得到整数，其它都是约数。《淮南子》律数将所有的约数进行四舍五入，从而简化了十二律之间的关系，呈现出整数的自然化局面，这是符合人类听觉审美要求的。令人不解的是，其它约数都合四舍五入的规律，只有应钟、夹钟两律却该入反舍，该舍反入，形成了这样的整数数列。这就是令多少代律学家不解的事。

81∶76∶72∶68∶64∶60∶57∶54∶51∶48∶45∶42 这个数列有非常重要的历史意义，我们可以通过分段化简一目了然地看出其律学性质：

黄　大　太　夹　姑　仲　蕤　林　夷　南　无　应

81∶76∶72∶68∶64∶60∶57∶54∶51∶48∶45∶42

用律学的语言来解读这段文字，如果分段审视这些律数，我们将得到如下几种情况：

表二

律吕名称	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射
借用记谱									
律数	72			60		54		48	45
9×(	8					6			5)
12×(	6			5				4)	
360×(	$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{6}$					$\frac{1}{8}$)

情况一，即提去公因数 12 那行：

太　　仲　　南

72　∶　60　∶　48

$= 12\times(6 : 5 : 4)$

这是一个相当于谐音列第 6 号—4 号谐音的倒映形式。

正是一个纯律标准的小三和弦：



情况二，即提去公因数 360 那行：

太		仲		无
72	：	60	：	45
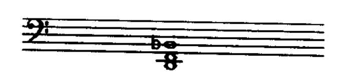
$= 3\times(24 : 20 : 15)$

$= 3\times(\frac{120}{5} : \frac{120}{6} : \frac{120}{8})$

$= 3\times120(\frac{1}{5} : \frac{1}{6} : \frac{1}{8})$

$\frac{1}{5} : \frac{1}{6} : \frac{1}{8}$是$\frac{1}{4} : \frac{1}{5} : \frac{1}{6}$的转位，正是一个纯律标准的大三和弦的第一转位：

相当于谐音列第 6 号—4 号谐音的倒映形式。



情况三，即提去公因数 9 那行：

太		林		无
72	：	54	：	45

$= 9\times(8 : 6 : 5)$

正是 g(d 小调下属和弦)和弦的第二转位：



表三

律吕名称	黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕
借用记谱										
律数		76				60				48
4×(		19				15				12)

情况四：

大　　仲　　南

76 ：60 ：48

＝ 4 ×（19 ：15 ：12 ）

由此我们得到启发，认识到 19∶15∶12 是$\frac{1}{12}$ ：$\frac{1}{15}$ ：$\frac{1}{19}$的倒映。从谐音列上我们可以迅速指认出第 12、15、19 号谐音构成的增三和弦，其两源生成显示了增三和弦功能的多义性：

阴仪音列 19 ：15 ：12 呈现下属功能；

阳仪音列$\frac{1}{12}$ ：$\frac{1}{15}$ ：$\frac{1}{19}$呈现属功能。

表四

律吕名称	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射	应钟
借用记谱										
律数	72			60			51	48		42
3×(	24			20			17			14)
6×(	12			10				8		7)

情况五：

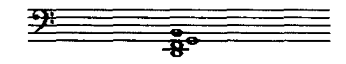
太 仲 夷 应

72∶60∶51∶42

＝ 3×(24∶20∶17∶14)

24∶20∶17∶14 是 17∶14∶12∶10 的转位，由此启发我们认识$\frac{1}{10}$∶$\frac{1}{12}$∶$\frac{1}{14}$∶$\frac{1}{17}$的倒映。从谐音列上可以迅速指认出这是一个减七和弦，它的两源生成同样显示出减七和弦功能的多义性：阴仪音列的派生形成下属功能；阳仪音列的派生形成属功能。

这是一个相当于谐音列第 12 号——7 号谐音的倒映形式。



情况六：

太 仲 南 应

72∶60∶48∶42

＝ 6×(12∶10∶ 8∶ 7)

12∶10∶8∶7 正是一个纯律标准的半减七和弦(7∶6∶5∶4)的第一转位：



表五

律吕名称	黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射	应钟
律数	81	76	72	68	64	60	57	54	51	48	45	42
相邻律数差	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
5 项提公因 4	4×(19 : 18 : 17 : 16 : 15)											
7 项提公因 3					3 ×(20 : 19 : 18 : 17 : 16 : 15 : 14)							

情况七：

大 太 夹 姑 仲

76∶72∶68∶64∶60

＝4×(19∶18∶17∶16∶15)

这是一个相当于谐音列第19号——15号谐音的倒映形式。$\frac{15}{19}$＝409.24音分。

情况八：

仲 蕤 林 夷 南 无 应

60∶57∶54∶51∶48∶45∶42

＝3×(20∶19∶18∶17∶16∶15∶14)

这是一个相当于谐音列第20号——14号谐音的倒映形式。$\frac{14}{20}=\frac{7}{10}$＝617.49音分

[8]

从情况七、八这两个等差数列(Arithmetic Series,即一个数列,如果从第二项起,每一项减去它的前一项所得的差都等于同一个数,这个数列就叫等差数列),大概可以揣测出淮南子律数的意图吧。由于趋匀意识,夹钟、应钟不遵守四舍五入的规律,分别作了调整,因此构成两个局部框架内的等差数列。这个作法本身已经形成朴素的跃迁,使长度比从$\frac{67}{81}$(328.51音分)变为$\frac{68}{81}$(302.86音分);$\frac{43}{81}$(1096音分)变为$\frac{42}{81}=\frac{14}{27}$(1137音分)。从这个音的音程系数($\frac{27}{14}$)可看出其音的性质与第7谐音有关。这

可以看作是古人对音与数的关系从感性到理性的一个飞跃。从开始经验性的吹管匀孔实践和对谐音列的感知,逐渐发展为对简单整数等差关系的律制概念,继而发展到计算上的追求。

淮南律数反映出的律学意义有:(1)最早明确提出黄钟长度为9寸;最早从81起推算十二律相生之数;最早定出黄钟大数177147,才可以求出其它各律的整数比率;最早说出七声所应之律。(2)开辟了整数自然化的局面,简化了十二律的关系。(3)追求等差数列但不盲目强求十二律间的等差(因为自然法则规定了八度之间完全的真数等差关系不合自然音阶)。(4)出现了纯律理论。在前五种情况中出现的数列关系是我们所熟悉的纯律大、小三和弦、增三和弦、半减七和弦和减七和弦的原位或转位形式[9]。淮南律数由于朴素的跃迁而产生了合乎纯律标准的数理关系。

虽然淮南律数是用三分损益法生律,但它不拘一格、灵活变通的跃迁产生的结果却是对自然律的应和。先秦及以后的律学探索大多都是围绕三分损益法和三分损益律,淮南子律数却有着新鲜、生动的、对民间纯律实践的理性思维,立足于自然数,寻找其间的数理逻辑。

简单整数等差关系的概念在其它一些典籍中也可以看到。

《吕氏春秋·十二纪》[10]:

孟春纪:“其音角。律中太簇。其数八。”

仲春纪:“其音角。律中夹钟。其数八。”

季春纪:“其音角。律中姑洗。其数八。”

孟夏纪:“其音徵。律中仲吕。其数七。”

仲夏纪:“其音徵。律中蕤宾。其数七。”

季夏纪:“其音徵。律中林钟。其数七。”

孟秋纪:“其音商。律中夷则。其数九。”

仲秋纪:“其音商。律中南吕。其数九。”

季秋纪:“其音商。律中无射。其数九。”

孟冬纪:"其音羽。律中应钟。其数六。"
仲冬纪:"其音羽。律中黄钟。其数六。"
季冬纪:"其音羽。律中大吕。其数六。"
五音缺宫,其它各音所对之数为:

商	角	徵	羽
西	东	南	北
臣	民	事	物
金	木	火	水
九	八	七	六

这样的音数关系可以用连比式表示为:
连比式为:9 ∶ 8 ∶ 7 ∶ 6
相对波长:$1 : \frac{8}{9} : \frac{7}{9} : \frac{2}{3}$
这是一个纯五度框架内的等差数列,含第7谐音。
商与徵形成一个半减四度,比值为$\frac{7}{9}$(计435.08音分)。

《汉书•律历志上》:"声者,宫、商、角、徵、羽也。所以作乐者,谐八音,荡人之邪意,全其正性,移风易俗也。……天之中数五,五为声,声上宫,五声莫大焉。……宫以九唱六,变动不居,周流六虚。"[11]有观点认为,这段话所反映的音数关系是[12]:

宫	商	角	徵	羽
君	臣	民	事	物
土	金	木	火	水
九	八	七	六	五

这样的音数关系可以用连比式表示为:
9 ∶ 8 ∶ 7 ∶ 6 ∶ 5
等差数列的形成是有限的,只有在四度、五度框架内形成的等差数列才是可听的,在上列音阶序列中,素数5已经超出了五

度框架，不能与前四音构成一个等差数列单元，它与主音所形成的音程也不是宫→羽大六度，而是一个纯律小七度。

	宫	商	↑角	徵	羽(？)
	君	臣	民	事	物
	土	金	木	火	水
	九	八	七	六	五
相对波长连比：	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{7}{9}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{5}{9}$
音程值(音分数)：	0	204	435	702	1018

且不论《汉书》中这段表述所含的乐学错误，就它提供的音数关系，我们可以画出这样的音律运动图式(若以宫为C)：

宫(C) → 徵(G) → 商(D) → 羽(A) → ↑角(E)

/

商曾

(^{b}B, $\frac{5}{9}$)

这样的音列产生了一个意想不到的结果：就音乐自身运动规律而言，从“宫”音出发，“角”音是这个五度链上走得最远的一个音，对主音的亲和力变得疏远，自身的张力更强，不稳定性加剧，有偏离已知律制规范的动力，与主音构成一个半增三度。而在天地五行与人文对应方面，又正好体现了人文社会的规律：君臣有序，事物有规，唯有民众是自由驰骋的动荡因素。不知这只是巧合，还是古人对音律的敏感总是与文化息息相通，因而形成这样的同构对应。从这些文献中时时可见的等差数列，至少我们可以看到淮南律数的趋匀意识并非偶然形成的。

第三节

中立音审美意义的音乐声学依据

音乐的主观感受存在一定的个体差异。这种差异起源于三类因素：其一，人们在年龄、性别、气质上先天差异；其二，人们的喜爱、修养、个人和民族欣赏习惯等后天差异；其三，音乐心理学实验本身的概率性质[13]。

虽然有前两种个体差异，但在乐音的主观感觉和客观物理度量之间仍然存在着一个大体明晰的对应关系，可以提供主要的客观基础。为了说明中立音存在的科学性、必然性，讨论这种音律现象的主观感受在音乐声学方面的审美依据是有必要的。

一、中立音的整数比性质符合共振原理

乐音有确定的基频以及和这个基频呈整数倍关系的各阶谐频，听起来有固定音高的感觉；噪音的频谱一般较复杂，谐频和基频的频率比值一般不是整数倍或整数比的关系，听来缺少固定音高感。这是人类听觉系统的一条普遍规律。这条规律是乐音分析的出发点，也是整个乐音的实验基础之一。所以必须确立一个认识，那就是具有审美价值的音程，无论协和与不协和，都服从于真数领域里的整数比例关系，即频率比、波长比、近似的管长、弦长比体系，而**真数的无理数，不具有审美表情意蕴**。十二平均律可以模仿人们几千年来所寻找到的以五度相生律及纯律的原则建立起来的调式体系，因而具有可用性，可作为人为的代用品，而它自身每个音级所对应的是真数的无理数，不具有审美表情意蕴。关于这一点的物理根据，将在稍后讨论。

中立音程在声音的物理本质上符合真数的整数比例这个标准，与按七平均律观点拟算出的貌似中立音的音在本质上是不相同的。

我们都知道耳朵的构造分为三个部分：外耳、中耳和内耳。这个听觉机制的工作过程是：声波通过耳道传送，刺激耳鼓并在中耳引起三块小骨的固体机械振动，它们组合在一起像一个杠杆，可以把一个声波产生的压强改变成很大的压强（大到30倍）传导到内耳，引起耳蜗的压强变化，这个压强变化继而刺激基底膜上的液体机械振动，基底膜振动又使基底膜上的毛细胞将电振动冲击经由听觉神经传送到大脑，最终大脑的神经冲动被解释成声音。无论是中耳的固体振动还是内耳的液体振动，它们都服从于共振规律，即两个振动频率相同的物体，当一个发生振动时，引起另一个物体振动。因此，内耳基底膜上长的毛纤维与低音发生共振，短的毛纤维与高音发生共振。

根据质数愈简单共振愈强烈这个共振原理，在自然数的序列里，有一个从简单到复杂的序列，最简单的共振关系莫过于倍半关系（纯八度音程），以后便依次为3、5等等。音和音之间的共振就是模拟谐音列的音程关系。数越简单，共振越强烈，音程越谐和，倍半关系和谐到单调、空洞，所以纯八度的两个音有相似性，接下来的和谐程度依次为纯五度、纯四度；纯律大三度、大六度；纯律小三度、小六度。在前一节里，我们已经讨论过，通过跃迁，中立音程进入质数11、13的领域，12∶11和13∶12的和谐程度当然比3∶2和4∶3要差。陈其翔教授论证了音程的协和指数公式，定义为 $Ip=20\log_{10}\frac{1000}{m\cdot n}$（协和指数为 Ip，m，n为两个相邻谐音的序数）[14]，借助这个公式，我们可以求出谐音列上各相邻两谐音之间的协和指数并观察出协和程度（协和指数单位为分贝dB）：

2∶1 为 53.98dB；

3∶2 为 44.44dB；

4∶3 为 38.42dB；

5∶4 为 33.98dB；

6∶5 为 30.46dB；

7∶6(266.87 音分)为 27.54dB；

8∶7(231.17 音分)为 25.04dB；

9∶8(203.91 音分)为 22.85dB；

10∶9(182.40 音分)为 20.92dB；

11∶10(165 音分)为 19.17dB；

12∶11(150.64 音分)为 17.59dB；

13∶12(138.57 音分)为 16.14dB；

16∶15(111.73 音分)为 12.40dB 等等。

很显然，序数越小，协和程度越大。二度音程是不协和音程，但以质数 11、13 为根据的中立二度音程的协和程度大于纯律大半音。以上各种二度音程的协和程度逐次递减，从列出的数据可以知道，中立音程所对应的整数比关系仍属简单范围，其协和程度介于大二度和小二度之间。

活跃在民间音乐中的中立音现象甚至并不是出于对协和程度的认同，更多则正是要追求中立音程所具有的那种不稳定性、强烈的紧张度，这从陕西民间形容苦音音调“热耳酸心”便可以看出来：这种对中立音程情感色彩的审美追求，其审美的物理根据就是符合共振原理。

有些声音是通过头颅振动传送到内耳后被听到的，骨传导在倾听当中扮演着重要的角色。闭着嘴唇发出嗡嗡的声音或牙齿嗑碰声几乎完全是由骨振动而听到的。口弦这种以口腔为共鸣体的乐器，尽管只有微弱的声音，但几乎还没有来得及在空气中消失，就已经通过骨传导进入内耳，所以拨动口弦的人有机会听到更多

的谐音，也就更容易发现第 11 号谐音和第 13 号谐音。

二、心理物理学语境中的中立音分析

由于中立音在乐调中所处的色彩音位置，它常常具有活跃的游移性，典型的音调表现是潮州"重三六调"中的"重三"音和"活五调"中的"活五"音。它们不仅处在一个特殊的音位，还要围绕这个基音上下波动。所以长期以来，人们多半强调它的游移性，而对音律的性质则无统一的认识，很多学者认为还是处在复合律制范围内，对它超出质数 3、5 的数理性质没有足够认识或否认它超出常规的数理属性。为了说明中立音属于音律更深层的数理领域，我们仍需要从听觉系统看其物理归依，通过物理量了解听觉系统对音高的分辨能力。

1. 听觉的"位置理论"

赫尔曼·路德维希·斐迪南·冯·赫尔姆霍兹(Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz 1821—1894)是一个内科医生和许多科学领域的学者。他在生理学、数学、热力学、光学、声学等领域都做出了开拓性的工作。1862 年，他出版了不朽的著作《On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music》(《声音的感觉是音乐理论的生理基础》)，这本书已被多次再版，甚至直到今天对心理听觉的研究者仍是很有用的。赫尔姆霍兹预见到基底膜上的毛纤维像一个有选择力的协和共振器，如同钢琴的琴弦对不同频率的共振一样。一个复杂的声音中的变化成分被分解，有选择力的兴奋纤维会与这其中的频率产生共振[15]。这就是所谓听觉的"位置理论"。

在基底膜感觉音高的过程中，对每一个频率，基底膜上都存

在一个最灵敏的(共振的)小区域。低频音调对应的区域靠近耳蜗顶端(那里的基底膜最柔软),高频音调对应的区域靠近耳蜗的椭圆窗(即与中耳相连的一方,那里的基底膜最硬)。纯音频率的改变引起基底膜共振区域位置的移动,这种位置移动就被人脑主观解释为音调的变化。因此说,基底膜上的位置(以及对应的毛细胞和相连的神经)决定着音调的主观感觉,这是听觉规律及音律划分的物理和生理学基础。即激活的神经纤维的空间位置(更准确地说是空间分布)记录着音高。中立音程所对应的整数比例关系可以在基底膜上三万多个毛细胞中找到确定的共振区域,或者应该说有选择力的毛细胞会与中立音程的频率产生共振,然后传递到大脑中枢神经并被解释为主观的音高。

2. 听觉系统对音高的分辨能力

在探测音高变化中,也就是研究听觉系统对频率的分辨能力里,常用"觉察阈"(英文缩写为 jnd)这个量,它是听觉系统刚能觉察出的频率最小变化。听觉系统对频率的相对分辨率(定义为 jnd[f]/f)大体为 0.5%。"位置理论"已经说明听觉神经在功能上并非单个行动,相对分辨率对应的听觉神经细胞数常以~21个为一组起作用。两个不同音高的音对应基底膜上两个不同区域,若两区域间距内的神经细胞数目小于这个值,两个音的音高(f)便不可区分。在低频音域,jnd—f 的相对分辨率变大,比如在100 赫兹时达到 3%。

关于相对分辨率可以有两种理解:一个理解是若两个纯音的频率相差不大于这个差值,则人们的听觉系统不能感觉出这两个纯音音高的差别。另一个理解是如果频率相差不小于这个差值,则相应的音高变化总是可以分辨的。

公式 1:$\triangle x = \frac{3.5}{in2} \cdot \mathrm{In}\frac{f^2}{f^1} = 2.52 \times 10^{-2}$ (mm)(频率增加一倍,位移3..5mm)

公式 2：$\triangle n=\triangle x\cdot\frac{3\times10^4}{35}\approx21$（个）[16]

△x 为基底膜上共振区位置之差，基底膜上附有 3×104 个神经细胞，△n 表示相对分辨率对应的听觉神经细胞数。

通过相对分辨率的两个公式可以算出"觉察阈（jnd）"对应的音高的量，用音分数表示大约在 8～9 音分，这就是说，听觉系统能够分辨频率变化差值在 0.5%以上的音高，最小可以分辨到 8 音分左右。

通过这些音乐心理学的物理分析指数，可以得出以下结论：

A. 中立二度 11∶10(165 音分)、12∶11(151 音分)和 13∶12(139 音分)有自己独立的音律地位，它们与基底膜上特定区域产生共振，并被大脑机制破译为主观音高，绝不可以由纯律大、小二度取代。同样中立三度音程也不可以用纯律大、小三度取代。

B. 由于"觉察阈"提供了一个音准感的模糊区间，中立音程的活性游移也有一个很大的宽容范围，但围绕基本音位的波动不会改变这个音"11 化"或"13 化"律位。

三、有理数与无理数

最初的频率分析产生在耳蜗，当长短不同的毛细胞与那些频率比相同的声波产生共振并将信号传递到大脑的中枢神经系统，在那里信号被破译为音高。从我们的审美感知，可以判断什么是乐音，什么是噪音。噪音的物理属性在于它的无理数关系。但在近似整数关系的一定范围内，听觉是可以接受的。十二平均律在倍半关系的基础上用开方的方式寻找无理数，在它模拟整数关系时，它近似于整数关系的范围内，这时它是有审美价值的，但这个审美价值不是来自于无理数，而是由于它模拟整数关系，中耳和

内耳的共振关系已经将那些偏离整数关系的音程纳入到整数关系中，耳蜗里毛细胞的选择性决定了它们只对那些合乎整数关系的音程产生共振。例如，十二平均律纯五度、纯四度只有细心分辨，才可以感受到拍音，中耳、内耳的共振已把它们纳入到整数关系的规范中，这时的审美价值就不是来自于无理数，而是由于它对整数关系的模拟。音乐听觉的审美无论协和或不协和，都服从于整数比例关系。

有人认为对整数的偏爱是出于整数具有初级视觉形象美感，所以在历史上最先取得地位，而无理数也具有和谐美感，所以无理数在美的追求中不可或缺，是十二平均律产生的决定因素，并完全放弃和谐原则，将艺术变成一道没有物理意义的纯粹数学题[17]。这样说是非常偏颇的，完全脱离了音乐的物理属性。因为在听觉机制中真数的整数关系是被转换为对数关系，而所有的听觉机制的机械振动也都是符合共振原理，它们的运动状况并不像对建筑、绘画、雕塑、装潢中的黄金分割那样有感观上的即时效应，乐音由物理学要素向音乐心理学要素的转换也不是线性过程。根据费希纳(G. T. Fechner)法则：当刺激以乘法增加时，感觉以加法增加，即感觉量以刺激量的对数增加[18]，费希纳经过许多实验与推导，得出感觉与刺激的对数公式：

$S=K\log R$

式中 S 为感觉，R 为刺激，K 为常数。

我们在吹管或弦上看到的匀孔、匀品这些真数上等分的整数关系，并不对应产生听觉上的等差音程。十二平均律各律对应的无理数旨在模拟整数关系，它们真数上的无理数外表经过了听觉器官传递机制的处理而被纳入整数关系范围，所以说乐音在听觉上的审美意蕴是来自有理数而非无理数。十二平均律的各种音程与五度相生律、纯律之间的差别是听觉可以宽容的，所以它被认作人为的代用品。无理数在这里的积极意义是弥补整

数关系的乐律自身不可任意旋宫的缺陷，利用数学计算建立一个人为的律制，以解决音乐的实际问题，而不是要否定和谐的最简整数比原则。

本章小结

简单地说，人耳对音高的探测过程是一个对频率"取对数"的过程。用"音分"数只是音程值的一种表示法，正是通过感觉器官对一个音程的物理量加以处理，真数转换成对数，才把主观感受的相互关系直接表述出来，甚至精确到 2 音分(这只是理论数字，听觉器官的传递机制不能分辨 2 音分之差)，比较出不同音程给人不同的主观感受。田边尚雄(1883—1984)创用的以"全音"数表示的音程则一目了然于所含的全音数和半音数，与音乐基础理论中的半音、全音、三全音等概念所用的数相吻合。

所有的数学计算，包括对中立音程的计算反映的是物理现象(振动周期、相对波长)之与听觉感受(心理)的逻辑规律，绝不是唯计算而计算的数学游戏。朱载堉的十二平均律是合理的"以数求音"，为了解决黄钟还原。建立在"跃迁说"基础上的计算也是合理的"以数求音"，而且是立足于自然数基础上的计算，为了多层次、多侧面地揭示音乐现象的物理本质，并用数理形式表述出来。本章中所用的"音程系数"指任何音程关系的两音之振动周期比的比值。它的大小能显示音程距离的大小。如同地图上的距离，无论方向朝向哪里，距离是不变的量。"相对波长"的概念可以一目了然地看出所描述的音律与基准音律的高低关系。

借用跃迁这个概念，解释自然声响中客观存在的中立音现象，寻求自然律制中已知和未知两个领域之间的理论联系通道，

是本文的重要方法论。八组范例式的数列是理论律学为形态学分析提供的技术框架，是合乎物理规律的逻辑建构。《淮南子》律数中体现出朴素的跃迁，也反映出古人由经验性的简单整数等差数列上升到欲抽象为律制概念的理性追求，因而获得最早的隐形的纯律理论。

中立音程根植于谐音列，其简单整数比关系符合音乐声学原理，所以具有审美意义。对于这种具有复杂人文意义的听觉偏爱，从音乐声学的角度剖析主观感觉和客观物理量度之间曲折的对应关系，找出其审美的物理依据，使主观意志上升到科学的高度，是音乐学的责任，也是理论律学的要求。

---

[1] 缪天瑞《律学》，人民音乐出版社，1996年修订版，第1页。

[2] “跃迁”概念和方法最早出现在赵宋光先生的文章《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》中。

[3] 这个跃迁算式中的大方框演示跃迁机制，等式两端的数显示五度相生律至中立音，即3—13的跃迁通道。小方框强调跃迁算子，即自然数27到26的跃迁。

[4] 这个跃迁算式中的大方框演示跃迁机制，等式两端的数显示纯律至中立音，即5—13的跃迁通道。小方框强调跃迁算子，即自然数40—39的跃迁。

[5] 引自褚圣麟编，高等学校教材，《原子物理学》，高等教育出版社，1979年6月第1版，第34页。

[6] 《物理大辞典》第一册，中国台湾人文出版社有限公司，1979年10月出版，第747页。

[7] 引自《淮南子·卷三·天文训》，上海书店影印，1986年7月第一版，1991年第6次印刷，《诸子集成》第7卷，第35页。

[8] 第19号谐音要求上行半音解决到第20号谐音，而不像第17号谐音那样下行半音解决。为表明这解决倾向，记谱应作$'d^3$。

[9]这种分段分析的方法是赵宋光先生发现的。1998年11月赵先生在扬州大学中国文化研究所讲学,笔者是时正访学于此,这是根据当时的笔记整理并运用于本案分析。

[10]吕不韦著,高诱注《吕氏春秋》上海古籍出版社,1989年3月第一版,1995年2月第4次印刷,第9、17、24、32、38、45、52、59、65、72、78、85页。

[11]《汉书·律历志第一上·卷二十一上》,中华书局,第954—959页。

[12]陈其射《试论简单整数等差律——浅析三分损益律学思维前兆》,《中央音乐学院学报》1986年第一期。

[13]详见唐林、张永德、陶纯孝著《音乐物理学导论》第八章《音乐心理的物理分析》,中国科学技术大学出版社,1991年12月第1版,第208页。

[14]详见原文《乐音协和指数的计算》,《中央音乐学院学报》1994年第4期,第59—63、78页。

[15]THOMAS D. ROSSING, *The Science of Sound* (托马斯·D·罗辛著,《声音的科学》),美国Reaing (Mas) Addison-Wesley有限出版公司,1982年出版,第66页。

[16]唐林、张永德、陶纯孝《音乐物理学导论》,中国科学技术大学出版社,1991年12月出版,第216页。

[17]黄力民《和谐性:三种乐律的比较研究》,《湘潭矿业学院学报》1994年第9卷第1期, 第83—89页;《乐音体系的数学原理》,《自然杂志》1989年第12卷第3期,第196—204页。

[18]THOMAS D. ROSSING, *The Science of Sound* (托马斯·D·罗辛)《声音的科学》, 美国Reading (Mas) Addison-Wesley有限出版公司,1982年出版,第70页。

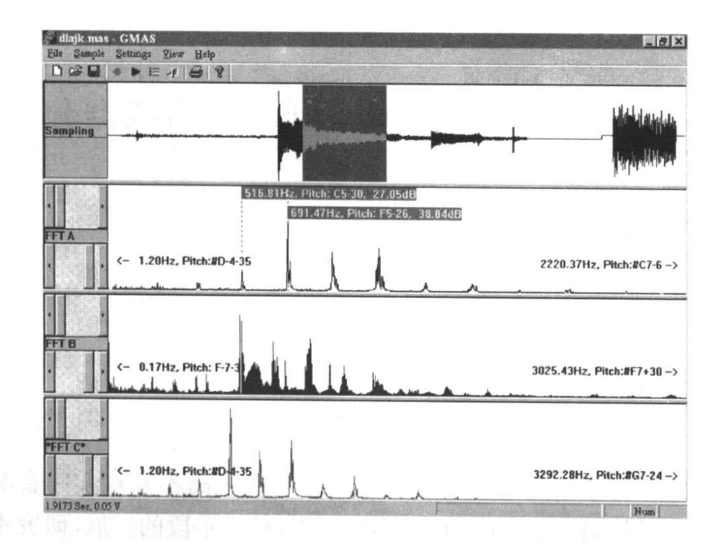
第三章

各民族、地区、国家民间音乐的测音数据分析

民间音乐中的特殊音律现象的律制研究离不开对实际音响的依赖。随着民族音乐学理论丰富深入，技术手段的扩展，研究不再停留在仅以感性经验的描述，而有科学数据作为论证的基础。本章将罗列对所收集到的诸多民族、地区、国家的民间音乐音响资料的测音数据，并作分析。笔者的初衷是尽可能做到所有的数据来自由本人参与的统一测音，以求测音结果的横向可比性，但陕西、湖南两地没有采集到合乎要求的测音标本，故借用韩宝强1985年对陕西苦音的测音结果[1]以及姜夔1986年对湖南花鼓戏的测音结果[2]；非洲音乐的测音数据来自陈铭道、皮全红《非洲木琴研究与民族音乐学》一文中所提供的数据[3]；甘美兰斯连德若音阶的数据来自应有勤《重新认识甘美兰的斯连德若音阶》一文[4]。

本次测音有幸第一个使用最新版测音软件GMAS2.0计算机通用音乐分析系统。该系统能够在计算机屏幕上将要测的音段的频谱波峰，同时伴随模拟音高直观显示出来，频率数和音分数也同时反映在选定的波峰下方，该系统测试结果总体误差不超过0.5%。

图一:



测音工作中的两个难点:1. 记录民间音乐,要想可视地体现出复杂的音律现象,用现有的记谱体系是非常有限的,有时甚至难于判断某些奇特的音位。本人在记谱完成后,用Encore软件的放音功能与原音响文本同步播放,以校验记谱的准确程度,证明本人的记谱基本忠实于原音响,最后又在测音时再次得到验证。2. 由于民间音乐中润腔习惯使实际音乐中存在大量滑音现象,某个音位的音过程时高时低地偏离基本音位,但音高渐变的过程,并未使人产生音位变化的感受,这种音高变化即所谓“音品变化”[5],所以,在测音中,有时一个音可得到两到三个频率数,在分析时,取给人明确音位感的数值,这就须靠人的艺术感觉和训练有素的听觉来决定它们的取舍。笔者以自己从民间音乐中中立音的演奏经验而获得的判断能力,审听所选择的波峰对应的音高,作为此次测音的校验。

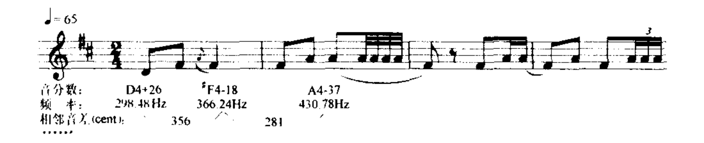
第一节

谱例及测音结果

各地用以测音的民歌标本，除潮州、摩梭人、景颇族、基诺族、傣族等处只测一首，其它至少选用两首。通过对所有的测音数据分析，可归纳出其调式音阶的音律结构。由于篇幅所限，此处不尽数列举，只取典型音调片断，以观其乐音间的音程关系。所有数据详见附表。

文本一 湖北兴山民歌

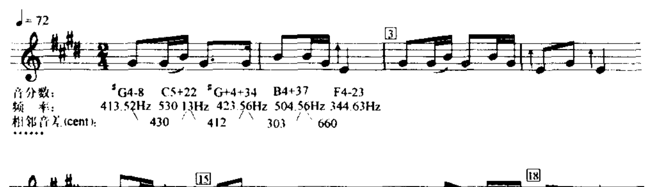
《花名带古人》

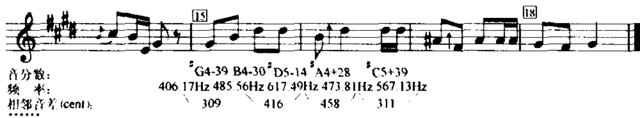


（音响由王庆沅提供 李玫记谱）

文本二 湖北兴山民歌

《早晨来得早》



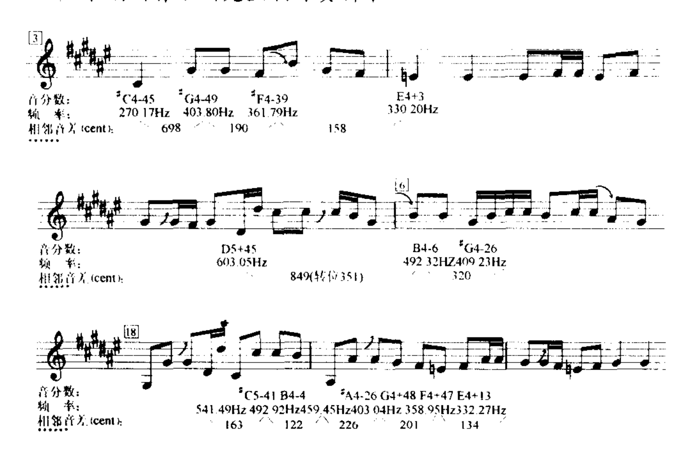


（音响由王庆沅提供 李玫记谱）

文本三　潮州筝曲《昭君怨》

黄长富演奏

汕头市潮州音乐研究室制作资料带



（李玫记谱）

文本四

湖南花鼓戏《刘海砍樵》头段

这组测音数据是选用姜夔1985年9月所测的数据，因原文没有谱例，故此处用表格表示。本文只用原文本的原始数据，并根据频率查出音分数，所用工具书为缪天瑞先生的《律学》(增订版及第三次修订版)。

表六

音级	Mi	So	La	↑Do	Rai	Mi	So
音高	#F-28	A+28	B-17	D+16	E-5 E+26	#F-11	A+10
频率	182.03Hz	223.59Hz	244.53Hz	296.39Hz	328.68Hz 334.62Hz	367.65Hz	442.55Hz
以b为主音时各音的相对音高(音分数)	-551	-155	0	333	512 543	706 689	1027 1045

文本五

陕西苦音测音数据

原文本有若干谱例，此处只列出原作者的原始数据及本人的折算结果。
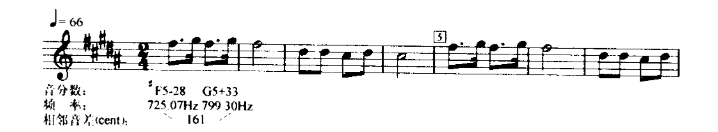
表七

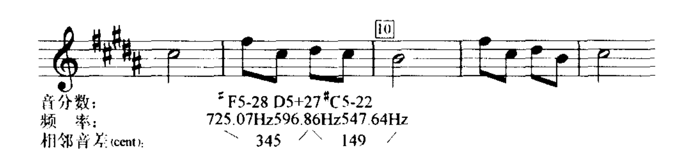
音级	So	La	♭si	Do	Rai	Mi	Fa
花园悲怨（唱腔）	C^1+47	D^2+66	$^{\flat}E^1$+89	F^1+90	G^1+57.5	A^1+47	$^{\flat}B^1$+87
各音级的音分数	0	219	342	543	710.5	900	1040
哭簪（唱腔）	A^1+21.5	B^1+23	C^1+38	D^1+33	E^1+13	$^{\sharp}F^1$+10.5	$^{\flat}G^1$+65.5
各音级的音分数	0	201.5	316.5	511.5	691.5	889	944
农业社四季调（唱腔）	B^1-56.5	$^{\sharp}C^2$-46.5	D2-4	E^1-47 E^2-21.5	$^{\sharp}F^1$-36	$^{\sharp}G^1$-26	A^1-28
各音级的相对音高（音分数）	0	210	352.5	509.5 535	720.5	930.5	1028.5

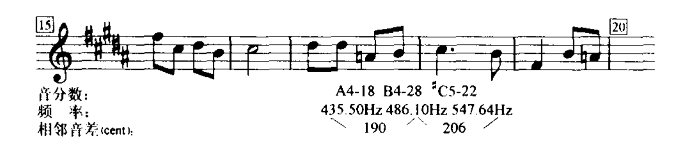
文本六

贵州苗族民间音乐唢呐独奏

卢少华演奏

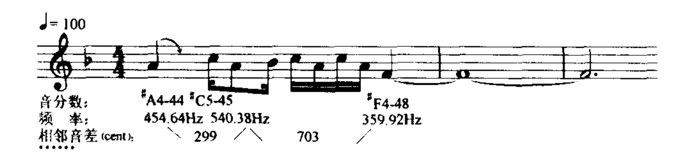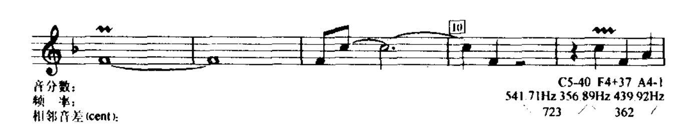




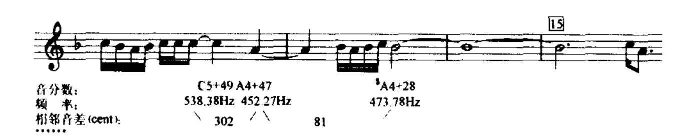


（音响由王立志提供 李玫记谱）

文本七、云南红河地区彝族民间音乐巴乌独奏





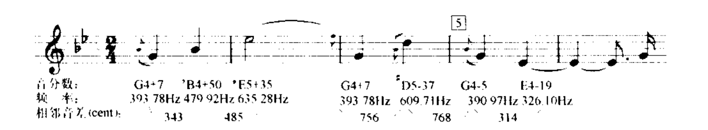


（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本八

云南路南圭山区彝族撒尼

人民歌库吼调男声演唱

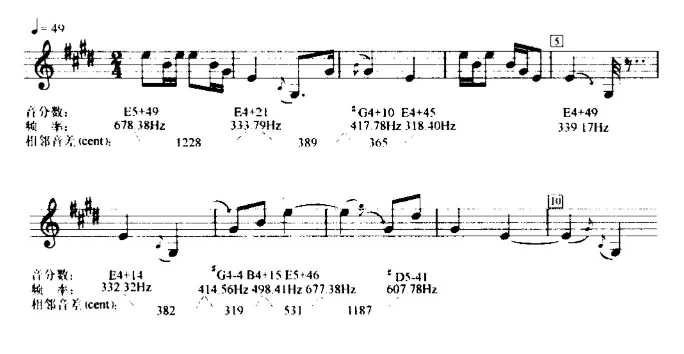


（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本九

云南路南圭山区彝族撒尼人民歌

阿诗玛十八岁女声演唱

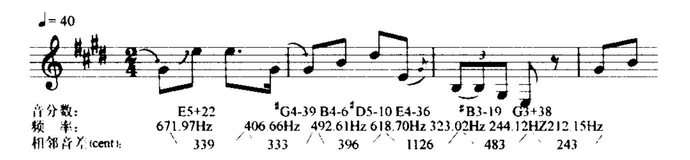


（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十

云南路南圭山区彝族撒尼人民歌

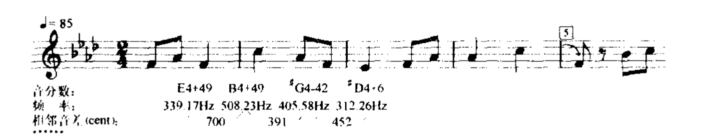
撒尼情歌黄斌演唱



（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十一

云南傣族民间音乐赞哈
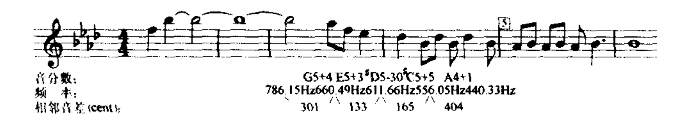






（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十二

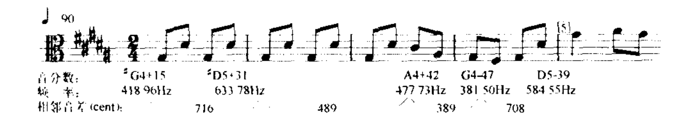
云南哈尼族民间音乐长箫独奏
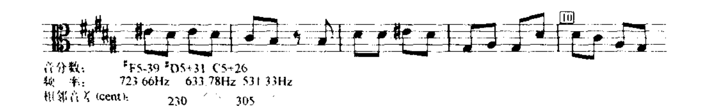


（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十三

哈尼族民间音乐三弦独奏

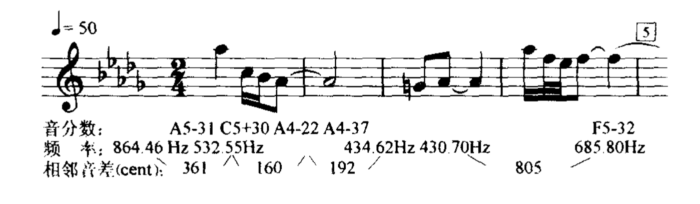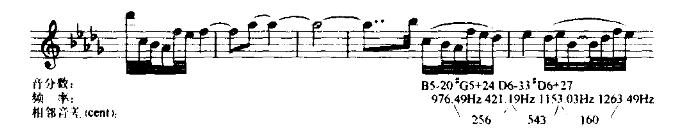




（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十四

基诺族民间音乐

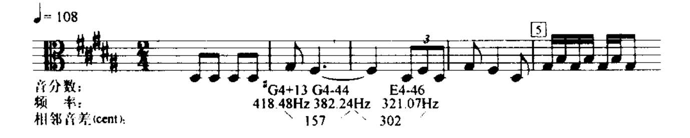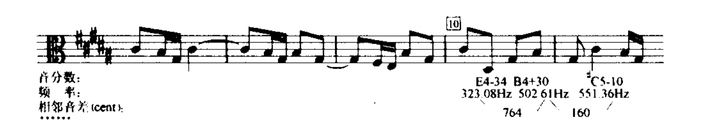




（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十五

景颇族器乐独奏

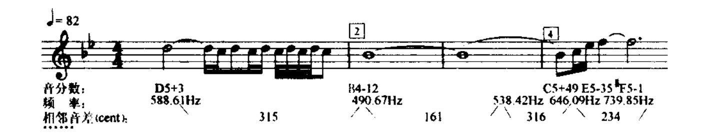


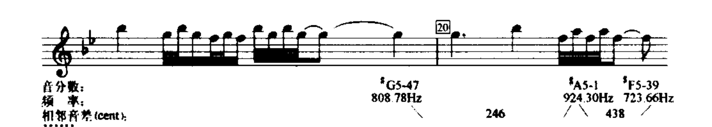


（音响由李汉杰提供 李玫记谱）

文本十六

摩梭人唢呐独奏



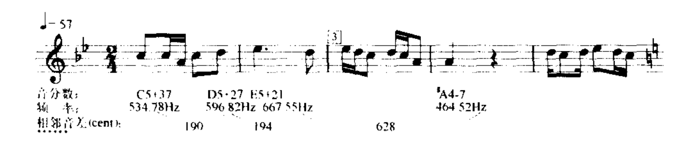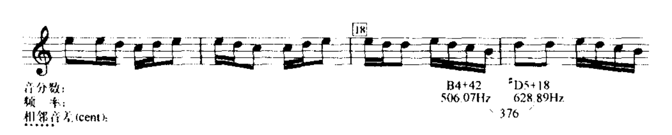


（音响由李汉杰提供李玫记谱）

文本十七

四川茂县羌族笛子独奏

何可之演奏《割麦舞曲》音研所馆藏1303.2



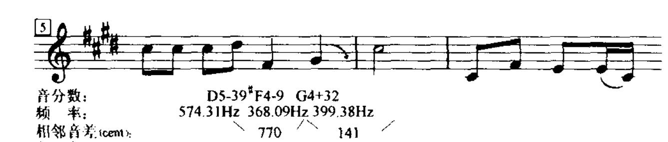


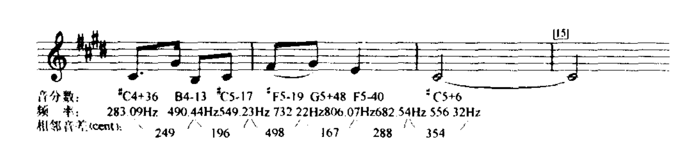
（音响由李汉杰提供　李玫记谱）

文本十八

内蒙古伊克昭盟民歌《古古日玛》

吉日嘎拉唱





（吕宏久记谱并提供音响）

文本十九

新疆库尔勒赛乃姆　唢呐独奏

中国民间器乐曲集成·新疆卷第102页

全曲很长，3 ꜜ1 2 和3 2ꜜ 1是典型音调，几乎每一句都是以这个音型结束，故取四个片断进行测音，数据如下：

表八

唱名	Do	Rai	Mi
绝对音高 频率 相对音高	#B5-9 1041.61Hz 0	#C6+9 1115.06Hz 118cent	#D6+29 1265.68Hz 338cent
绝对音高 频率 相对音高	#B4-22 516.84Hz 0	#C5+17 559.87Hz 139cent	#D5+15 627.71Hz 337cent
绝对音高 频率 相对音高	#B4+88 550.67Hz 0	#C5+29 563.98Hz 41cent	#D5+41 637.51Hz 253cent
绝对音高 频率 相对音高	#B4-22 516.92Hz 0	#C5-10 551.36Hz 112cent	#D5+41 637.51Hz 363cent

（阿不都古力演奏 周吉记谱）

文本二十

新疆刀郎木卡姆测音数据

麦盖提巴希巴雅宛木卡姆歌唱声部(校正值用音分数表示)

表九

唱名	So (B)	La (#C)	Si (#D)	Do (E)	#Do (#E)	Rai (#F)	Mi (#G)
校正值	+40	+44	+46	+50	+53	+31	+31
校正值	-4	0	+2	+6	+9	-13 -6	-13
相对音高 (音分数)	0	204	406	510	613	691 698	891

巴楚孜尔巴雅宛木卡姆歌

表十

唱名	So (^{b}B)	La (C)	Si (D)	Do (^{b}E)	#Do (E)	Rai (F)	Mi (G)
校正值	+36	+34	+38	+63 +54	+59 +75	+40	+7
校正值	+2	0	+4	+29 +20	+25 +41	+6	-27
相对音高	0	198	402	527 518	623 639	704	871

阿瓦提巴希巴雅宛木卡姆歌唱声部

表十一

唱名	La (#F)	Si (#G)	Do (A)	#Do (#A)	Rai (B)	Mi (#C)
校正值	-15	+2 +16	-45	-5	-28	-6
校正值	0	+17 +31	-30	+10	-13	+9
相对音高	0	217 231	270	410	487	709

麦盖提森姆巴雅宛木卡姆歌唱声部

表十二

唱名	Rai (#C)	Fa (E)	So (#F)	La (#G)	Do (B)
校正值	-48 -43 -58	-20 -36 -21 +18	-44 -50	-70	-31
校正值	0 (-48)	+28 +12 +27 +66	+4 -2	-22	+17
相对音高	0	328 307 337 318	504 507	678	1017
		328(376) 312 327 366	504(552) 498	678(726)	1017 (1065)

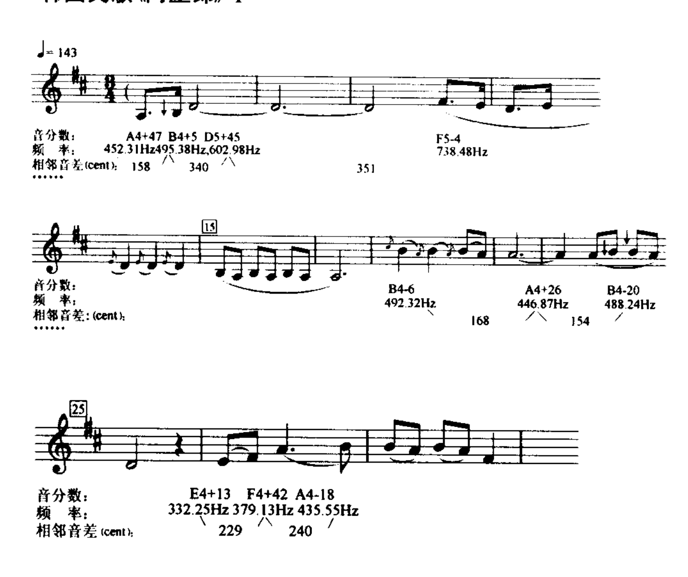
阿瓦提森姆巴雅宛木卡姆歌唱声部
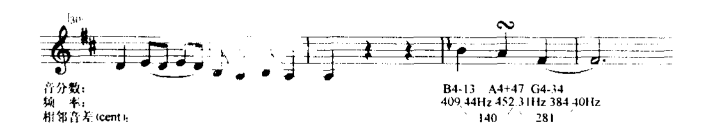
表十三

唱名	Rai (G)	Fa (bB)	So (C)	La (D)	Do (F)
校正值	-50	+11 -15	-80	-56	-30
校正值	0	+61 +35	-30	-6	+20
相对音高	0	361 335	470	694	1020
	0	361 335	470	694	1020

文本二十一

韩国民歌《阿里郎》I



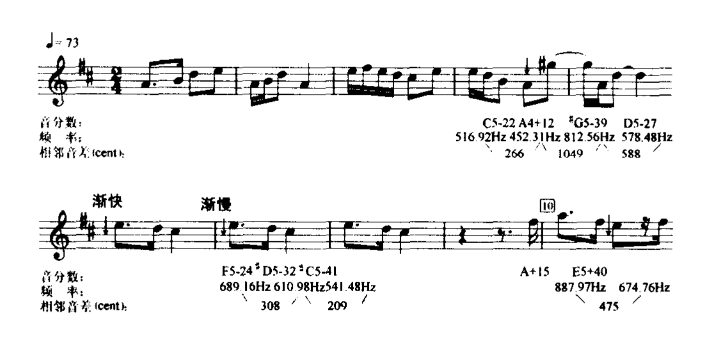


（音响由权武胜提供 李玫记谱）

文本二十二

印尼玛多拉地区民间音乐

中国艺术研究院音乐研究所资料馆藏录音LWC4941

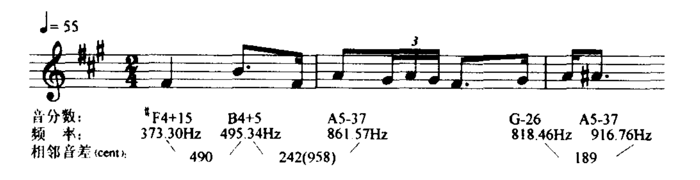


（李玫记谱）
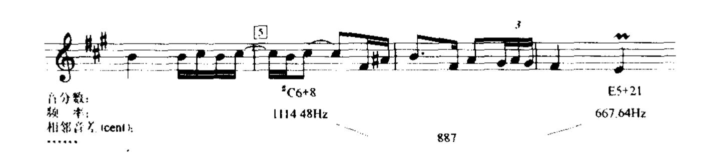
文本二十三

匈牙利民间音乐，提琴类乐器

中国艺术研究院音乐研究所资料馆藏录音LWC3743







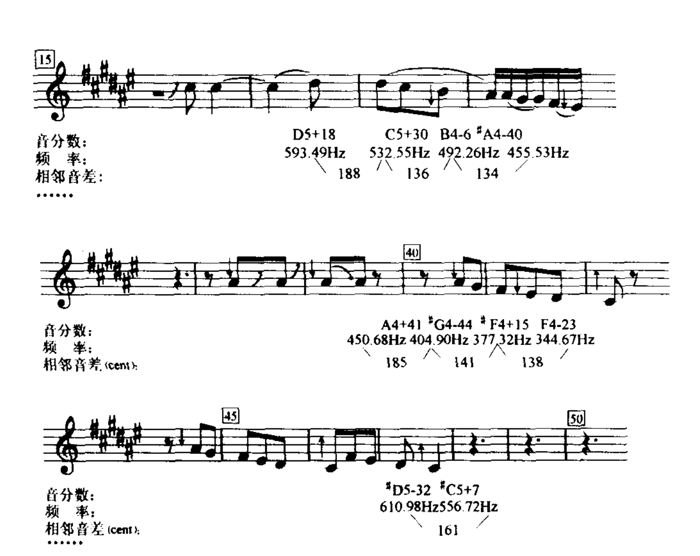
(李玫记谱)

文本二十四

缅甸女声独唱，编鼓伴奏

中国艺术研究院音乐研究所资料馆藏录音102407

......



(李玫记谱)

文本二十五

非洲莫桑比克扎瓦拉地区乔皮人木琴音阶[6]

该文本没有提供原始测音数据，已经折算成音分数，并按音序排列，列出每相邻音之间的音分数，因为原作者意在说明这种音阶每音之间是平均的音高关系。本人根据该文本提供的相邻音级间的音分数，按照不同的分析方法处理这些数据，先照录这组数据。

表十七

音　　序：	1	2	3	4	5	6	7	8
相邻两音的音分数：	157	168	173	157	179	193	173	
各音级相对音高：	0	157	325	498	655	834	1027	1200

文本二十六

甘美兰斯连德若音阶频率数——音分数表[7]

原文本的数据来自孔斯特《爪哇音乐》一书，共有94条斯连德若音阶的音律数据，是各国专家在印尼民间实测的，材料出自各地乡村不同乐队，具有典型性。此处引用这批原始频率数据（见下表各栏中的测试频率行），查出对应音分数，并折算成调式中的相对音高：

表十四

No	音阶序数	I	II	III	IV	V	VI
	音阶名称	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
1	测试频率(Hz)	282	320	373	425	486	564
	各音级音分数	130	349	614	840	1072	1330
	以主音为0音分	0	219	484	710	942	1200
2	测试频率(Hz)	278	322	364	423	482	556
	各音级音分数	105	359	571	831	1058	1200
	以主音为0音分	0	254	466	726	954	1200
3	测试频率(Hz)	292	334	390	440	514	584
	各音级音分数	190	422	691	900	1169	1390
	以主音为0音分	0	232	501	710	979	1200
4	测试频率(Hz)	268.55	308	356.5	407	469	537
	各音级音分数	45	282	536	765	1011	1245
	以主音为0音分	0	237	491	720	975	1200
5	测试频率(Hz)	291	331	383	439	500	582
	各音级音分数	184	408	660	896	1121	1200
	以主音为0音分	0	224	476	712	937	1200
6	测试频率(Hz)	268	312	356	403	462	536
	各音级音分数	42	305	533	748	985	1242
	以主音为0音分	0	263	491	706	943	1200
7	测试频率(Hz)	293.55	340	394	448	513	537
	各音级音分数	199	454	709	931	1166	1399
	以主音为0音分	0	255	510	732	967	1200
8	测试频率(Hz)	272.55	311	354.5	410	468.5	545
	各音级音分数	71	299	526	778	1009	1271
	以主音为0音分	0	228	455	707	938	1200

No	音阶序数	I	II	III	IV	V	VI
	音阶名称	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
9	测试频率(Hz)	295	341	390	446	511	590
	各音级音分数	208	459	692	924	1159	1408
	以主音为0音分	0	251	484	716	951	1200
10	测试频率(Hz)	266	304	349	399	462	532
	各音级音分数	29	260	499	731	985	1229
	以主音为0音分	0	231	470	702	956	1200
11	测试频率(Hz)	278	313	357.5	410	477.5	556
	各音级音分数	106	311	541	778	1042	1306
	以主音为0音分	0	205	435	672	936	1200
12	测试频率(Hz)	278	320.5	362.5	423.5	483	556
	各音级音分数	106	352	565	834	1061	1306
	以主音为0音分	0	246	459	728	955	1200
13	测试频率(Hz)	265	302	344	395.5	457.5	530
	各音级音分数	23	248	474	713	968	1223
	以主音为0音分	0	225	451	690	945	1200
14	测试频率(Hz)	272	308	355.5	402.5	468	544
	各音级音分数	67	283	531	746	1006	1267
	以主音为0音分	0	216	464	679	939	1200
15	测试频率(Hz)	262	302	342.5	396.5	454	524
	各音级音分数	2	248	467	720	954	1202
	以主音为0音分	0	246	465	718	952	1200
16	测试频率(Hz)	292	332	388	440	497	584
	各音级音分数	190	412	682	900	1110	1390
	以主音为0音分	0	222	492	710	920	1200
17	测试频率(Hz)	293	342	393	452	516	586
	各音级音分数	196	464	704	946	1176	1396
	以主音为0音分	0	268	508	750	980	1200

No	音阶序数	I	II	III	IV	V	VI
	音阶名称	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
18	测试频率(Hz)	276	315	355.5	412	476	552
	各音级音分数	93	322	531	786	1036	1293
	以主音为0音分	0	229	438	693	943	1200
19	测试频率(Hz)	299	344	394	455	522	598
	各音级音分数	232	474	709	958	1196	1432
	以主音为0音分	0	242	477	726	964	1200
20	测试频率(Hz)	274	314	360	418	480	548
	各音级音分数	80	316	553	812	1051	1280
	以主音为0音分	0	236	473	732	971	1200
21	测试频率(Hz)	276	321	366	414	474	552
	各音级音分数	93	354	582	795	1029	1293
	以主音为0音分	0	261	489	702	936	1200
22	测试频率(Hz)	275	319	357	414	471	550
	各音级音分数	86	343	538	794	1018	1286
	以主音为0音分	0	257	452	708	932	1200
23	测试频率(Hz)	262	301	349	395	455	524
	各音级音分数	2	242	499	713	958	1202
	以主音为0音分	0	240	497	711	956	1200
24	测试频率(Hz)	293	334	376	438	500	586
	各音级音分数	196	422	628	892	1121	1396
	以主音为0音分	0	226	432	696	925	1200
25	测试频率(Hz)	271	313	358	406	465	542
	各音级音分数	60	310	543	761	996	1260
	以主音为0音分	0	250	483	701	936	1200
26	测试频率(Hz)	282	327	368	413	476	564
	各音级音分数	130	386	591	790	1036	1330
	以主音为0音分	0	256	461	660	906	1200

No	音阶序数	I	II	III	IV	V	VI
	音阶名称	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
27	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	262 2 0	309 288 286	345.5 479 477	399 731 729	465 977 975	524 1202 1200
28	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	292 190 0	326.55 384 194	378 637 447	431 864 674	502 1128 938	584 1390 1200
29	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	290 178 0	330 402 224	382 656 478	430 860 682	492 1094 916	580 1378 1200
30	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	292 190 0	330 402 212	381 651 461	430 860 670	495 1104 914	584 1390 1200
31	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	263 9 0	309 289 280	355 529 520	403 748 739	469 1011 1002	526 1209 1200
32	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	270 55 0	311 299 244	351 518 455	404 752 697	471 1018 963	540 1255 1200
33	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	293 196 0	339 449 253	384.5 667 471	442 908 712	517 1180 984	586 1396 1200
34	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	266.55 32 0	306 272 240	350.5 507 474	406.5 763 731	458 970 938	533 1232 1200
35	测试频率(Hz) 各音级音分数 以主音为0音分	282.5 133 0	322 360 227	371 605 572	427.5 850 693	486 1072 915	565 1357 1200

No	音阶序数	I	II	III	IV	V	VI
	音阶名称	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
36	测试频率(Hz)	275	313	357	410	475	550
	各音级音分数	87	311	539	778	1033	1286
	以主音为0音分	0	224	453	692	947	1200
37	测试频率(Hz)	283	327	364	411	476	566
	各音级音分数	136	386	572	782	1036	1336
	以主音为0音分	0	250	436	646	900	1200
38	测试频率(Hz)	282	327	366	415	480	564
	各音级音分数	130	387	582	799	1051	1330
	以主音为0音分	0	257	452	669	921	1200
39	测试频率(Hz)	278	312	368	420	494	556
	各音级音分数	106	310	591	820	1101	1306
	以主音为0音分	0	204	485	714	995	1200
40	测试频率(Hz)	272	314	358	412	482	544
	各音级音分数	68	316	542	786	1058	1268
	以主音为0音分	0	248	475	718	990	1200
41	测试频率(Hz)	270	310	355	405	466	540
	各音级音分数	55	294	529	757	1000	1255
	以主音为0音分	0	239	475	702	945	1200
42	测试频率(Hz)	284	325	375	430	502	568
	各音级音分数	143	376	624	861	1129	1343
	以主音为0音分	0	233	481	718	986	1200
43	测试频率(Hz)	270	308	357	411	470	540
	各音级音分数	55	283	539	782	1015	1255
	以主音为0音分	0	228	484	727	960	1200
46*	测试频率(Hz)	278	322	364	423	482	556
	各音级音分数	106	360	572	832	1058	1306
	以主音为0音分	0	254	466	726	952	1200

*第44、45两条无频率数，故不取。

在下一节中将结合调式结构对上述所有数据作律学分析，试图表现其调律运动的规律。

第二节

各民族特殊调式音阶的乐律学分析

上一节里提供的所有测音数据是通过对具体的旋律音调中各音的测试得出的，也就是说，这些音并不是孤立发响的一个单纯的音高，而是在旋律环境中与其它的音形成一定的音程关系。因此，在分析这些数据时，也必须结合旋律的调式结构来看音与音的关系。故而，分析的目标就是要使这些数据所代表的音高确立一套相对应的调式音列——当然这个调式模式是从旋律中得来的，再用以音分数表示的相对音高(对数)来描述这个调式的一系列音程关系，用相对波长(真数)描述它的比例关系，并从中看出其怎样的逻辑关系。

分析的步骤是：

A. 列出调式音阶，并在每个唱名上方列出绝对音高(以十二平均律为参照，用音名加校正值的形式)；

B. 以调式主音为0音分，折算出实测相对音高的音分数；

C. 给出已知传统自然律制范畴的音程关系之相对波长；

D. 通过某种跃迁(用大方框演示跃迁机制，用小方框强调跃迁算子)，进入新的逻辑规范，得到一系列新的相对波长组合；

E. 把这套新的相对波长换算成以音分数表示的相对音高，以便看出实际测音数据和新的律学规范理论数据之间的差距。

此种分析方法即能显示每种调式音阶中一系列音之间的数理

逻辑关系，又能观察到在律学的各种数理规律之间如何发生转化。

1. 湖北兴山民歌特殊Do调式三声音列

实测绝对音高：	D4+26	#F4-18	A4-37
唱名：	Do	↓Mi	So
实测相对音高音分数：	0	356	637
理论假设相对波长方案一：	1	: $\frac{22}{27}$	: $\frac{11}{16}$
理论假设相对音高音分数：	0	354.55	648.68
理论假设相对波长方案二：	1	: $\frac{13}{16}$	: $\frac{243}{352}$
理论假设相对音高音分数：	0	359.46	641.54
理论假设相对波长方案三：	1	: $\frac{13}{16}$	: $\frac{9}{13}$
理论假设相对音高音分数：	0	359.46	636.62

2. 湖北兴山民歌特殊Do调式四声音列

这首民歌是由两种三音列叠加构成，前者为半减五度框架的三音组，后者为纯五度框架的三音组，乐曲末乐句因为转到第二个三音组而呈现出明显的离调倾向，很不稳定。

第一个三音组：

实测绝对音高：	F4-23	#G4+34	B4+37
唱名：	Do	↓Mi	↓So
实测相对音高音分数：	0	357	661
理论假设相对波长方案一：	1	: $\frac{13}{16}$	: $\frac{11}{16}$
理论假设相对音高音分数：	0	359.46	648.68
理论假设相对波长方案二：	1	: $\frac{13}{16}$	: $\frac{351}{512}$
理论假设相对音高音分数：	0	359.46	653.61

第二个三音组，五级音明显游移，从半增五度降到纯律减五度：

实测绝对音高：	#G4-39	B4-30	#D5-14 / D5-46
唱名：	Mi	So	↑Si / ♭Si
实测相对音高音分数：	0	309	725 / 593
传统自然律制音高音分数：	0	315.64	701.95 / 590.22
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{5}{6}$:	$\frac{2}{3}$ $\frac{32}{45}$
跃迁的可能性：			$\frac{2}{3} \times \frac{63}{64} = \frac{21}{32}$
演变的结果：	1 :	$\frac{5}{6}$:	$\frac{21}{32}$
理论音高音分数：	0	316	729.22

3. 潮州音乐重三六So调式音阶

实测绝对音高：	#C4-45	D4+45	E4+13	F4+47	#G4-49	#A4-26	B4-4
唱名：	So	La	↑♭Si	Do	Rai	Mi	↑Fa
实测相对音高音分数：	0	190	358	492	696	919	1041
传统自然律制音高音分数：	0	203.91	294.14	498.05	701.95	905.86	996.09
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{27}{32}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{16}{27}$:	$\frac{9}{16}$
跃迁的可能性I：			$\frac{27}{32} \times \frac{26}{27} = \frac{13}{16}$				$\frac{9}{16} \times \frac{26}{27} = \frac{13}{24}$
演变的结果：	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{13}{16}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{16}{27}$:	$\frac{13}{24}$
理论音高音分数：			359.46				1061.43

跃迁的可能性II：　$\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{32}{33}}=\frac{9}{11}}$　　$\boxed{\frac{9}{16}\boxed{\times\frac{32}{33}}=\frac{6}{11}}$

演变的结果：　$1 : \frac{8}{9} : \frac{9}{11} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{16}{27} : \frac{6}{11}$

理论音高音分数：　347.41　　1049.36

跃迁的可能性III：　$\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{704}{729}}=\frac{22}{27}}$　　$\boxed{\frac{9}{16}\boxed{\times\frac{704}{729}}=\frac{44}{81}}$

演变的结果：　$1 : \frac{8}{9} : \frac{22}{27} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{16}{27} : \frac{44}{81}$

理论音高音分数：　354.55　　1056.50

跃迁的可能性IV：　$\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{1024}{1053}}=\frac{32}{39}}$　　$\boxed{\frac{9}{16}\boxed{\times\frac{1024}{1053}}=\frac{64}{117}}$

演变的结果：　$1 : \frac{8}{9} : \frac{32}{39} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{16}{27} : \frac{64}{117}$

理论音高音分数：　342.48　　1044.44

后两种可能性的结果虽然与测音数据也较为贴近，但在实际的调律运动中，并不产生这样的结果。因为“阴仪11化”和“阳仪13化”的跃迁可以形成半降徵调式类色彩音(主音上方大二度半降或主音下方小三度半降)，而“重三六”和“苦音”调式中的中立三度和中立七度则属半升羽调式类色彩音(主音上方小三度半升或主音下方大二度半升)。

^{b}Si←Fa← Do [←So→ Rai]

羽调式类色彩音

经跃迁转换为：↑^{b}Si←↑Fa

在上列图示中，只演示了从五度相生律向中立音转化的过程，从纯律向中立音转化的过程此处从略，具体方法可从第二章中查到。

4. 湖南花鼓戏半升宫、半升徵羽调式音阶

实测绝对音高： B-17　D+16　E-5 / E+26　$^{\#}$F-28/$^{\#}$F-11　A+10/A+28

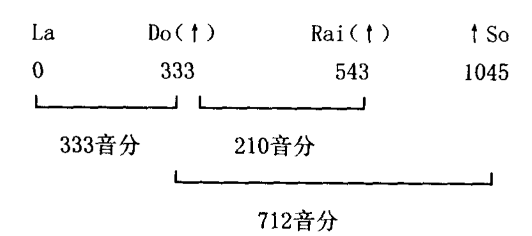
唱名：	La	Do(↑)	Rai(↑)	Mi	↑So
实测相对音高音分数：	0	333	512/543	689/706	1027/1045
传统自然律制音高音分数：	0	315.64	498.05	701.95	1017.60
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{5}{6}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{5}{9}$
跃迁的可能性Ⅰ：		$\frac{5}{6}\times\frac{54}{55}=\frac{9}{11}$	$\frac{3}{4}\times\frac{32}{33}=\frac{8}{11}$		$\frac{5}{9}\times\frac{54}{55}=\frac{6}{11}$
演变的结果：	1 :	$\frac{9}{11}$:	$\frac{8}{11}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{6}{11}$
理论音高音分数：		347.41	551.32		1049.36
跃迁的可能性Ⅱ：		$\frac{5}{6}\times\frac{99}{100}=\frac{33}{40}$	$\frac{3}{4}\times\frac{1024}{1053}=\frac{256}{351}$		$\frac{5}{9}\times\frac{64}{65}=\frac{64}{117}$
演变的结果：	1 :	$\frac{33}{40}$:	$\frac{256}{351}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{64}{117}$
理论音高音分数：		333.04	546.39		1044.44

Do←So← Rai←La→ Mi

经跃迁转换为：↑Do←↑So

So音位有两个音高。湖南民歌中常用La、↑So、Mi这样的音调进行，这和测音数据结果也是一致的，所以说，最能代表湖南民歌羽调式特性的正是这个半升的↑So音。Do音偏高，与So音有很密切的关系，可以基本保持五度框架，当音调进行强调La(6̣)、Do(1)、

La(6)时，Do音保持与主音的小三度关系，而音调进行强调Do(1) So(5)时，即使中间经过La(6)音，Do音还是偏高以求与So保持五度关系，Rai音的偏高是临时性的，只用于乐句终止时Do、Mi、Rai或Mi、Rai、Do这样的音调进行中，以保持与Do音的大二度关系。



5. 陕西苦音音阶

音级	Sol	La	♭Si	Do	Re	Mi	Fa
花园悲怨(唱腔)	C¹+47	D²+66	♭E¹+89	F¹+90	G¹+57.5	A¹+47	♭B¹+87
哭簪(唱腔)	A¹+21.5	B¹+23	C¹+38	D¹+33	E¹+13	#F¹+10.5	♭G¹+65.5*
农业社四季调(唱腔)	B¹-56.5	#C²-46.5	D2-4	E¹-47 E²-21.5	#F¹-36	#G¹-26	A¹-28
各音级的音分数	0	219	342	543	710.5	900	1040
	0	201.5	316.5	511.5	691.5	889	1044
	0	210	352.5	509.5 535	720	930.5	1028.5

*因原文本中谱例上方数据太小，无法辨认。上表中《哭簪》中最后一个数据疑为G¹+65.5，原作者折算为1062音分，可能是排校

之误。笔者按G^1+65.5折算，So—↑Fa之间为1044音分，其中立七度的结果与原作者相同，这个音有两种解释，一为$\frac{13}{24}$(1061音分)，一为$\frac{6}{11}$(1049音分)。

So La ↑^{b}Si Do Rai Mi ↑Fa So

这个音列的音律逻辑关系与潮州音乐中立音徵调式相同，跃迁及求连比的过程此处不再呈示，参照潮州音乐徵调式的排列。

6. 贵州苗族含中立音徵调式六声音阶

实测绝对音高：	$^\#$F5-28	G5+33	A4-18	B4-28	$^\#$C5-22	D5+27
唱名：	So	↓La	^{b}Si	Do	Rai	↓Mi
实测相对音高音分数：	0	161	310	500	706	855
传统自然律制音高音分数：	0	203.91	315.64	498.05	701.95	884.36
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{5}{6}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{3}{5}$
跃迁的可能性Ⅰ：		$\frac{8}{9}\times\frac{33}{32}=\frac{11}{12}$				$\frac{3}{5}\times\frac{55}{54}=\frac{11}{18}$
演变的结果：	1 :	$\frac{11}{12}$:	$\frac{5}{6}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{11}{18}$
理论音高音分数：		150.64				852.59
跃迁的可能性Ⅱ：		$\frac{8}{9}\times\frac{27}{26}=\frac{12}{13}$				$\frac{3}{5}\times\frac{40}{39}=\frac{8}{13}$
演变的结果：	1 :	$\frac{12}{13}$:	$\frac{5}{6}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{8}{13}$
理论音高音分数：		138.57				840.53
跃迁的可能性Ⅲ：		$\frac{8}{9}\times\frac{1053}{1024}=\frac{117}{128}$				$\frac{3}{5}\times\frac{65}{64}=\frac{39}{64}$

演变的结果： 1 ： $\frac{117}{128}$ ： $\frac{5}{6}$ ： $\frac{3}{4}$ ： $\frac{2}{3}$ ： $\frac{39}{64}$

理论音高音分数： 155.56 857.52

^{b}Si ← [Do ← So ← Rai] → ↓La → ↓Mi

微调式类色彩音

第一种可能性为“阴仪11化”跃迁，第二种可能性为“阳仪13化”跃迁，在此条件下都是合理的；第二种音分数与实测音高偏差略大些；第三种的结果最接近实测音高，但其“阴仪13化”的跃迁不可能在半降徵调式类色彩音条件下产生。

7. 云南红河地区彝族含半降Mi的Do调式四声音阶

实测绝对音高：	$^{\#}$F4-48	A4-1	$^{\#}$A4-44	$^{\#}$A4+28	$^{\#}$C5-40
唱名：	Do	↓Mi	(Mi)	Fa	So
实测相对音高音分数：	0	347	404	476	708
传统自然律制音高音分数：	0	293.91	407.82	498.05	701.95
传统自然律制相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$
跃迁的可能性Ⅰ：		$\frac{27}{32}\times\frac{288}{297}=\frac{9}{11}$		$\frac{3}{4}\times\frac{81}{80}=\frac{243}{320}$	
演变的结果：	1	$\frac{9}{11}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{243}{320}$	$\frac{2}{3}$
理论音高音分数：		347.41		476.56	
跃迁的可能性Ⅱ：		$\frac{27}{32}\times\frac{26}{27}=\frac{13}{16}$		$\frac{3}{4}\times\frac{64}{63}=\frac{16}{21}$	
演变的结果：	1	$\frac{13}{16}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{2}{3}$
理论音高音分数：		359.64		470.78	

第一种可能性的结果与测音数据一致，四级音比率数值虽看上去复杂，但属于通用律制，为纯律狭四度。第二种可能性涉及素数11、7，律制属性较复杂。

8. 云南路南圭山区彝族撒尼人含半降Mi的So调式四声音阶

实测绝对音高：	^{b}B4+50	$^{\#}$D5-37	^{b}E5+35	G4+7
唱　　名：	So	Si	Rai	↓Mi
实测相对音高音分数：	0	413	485	857
传统自然律制音高音分数：	0	407.82	498.05	905.86
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{64}{81}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{16}{27}$
跃迁的可能性Ⅰ：				$\frac{16}{27} \times \frac{33}{32} = \frac{11}{18}$
演变的结果：	1 :	$\frac{64}{81}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{11}{18}$
理论音高音分数：				852.59
跃迁的可能性Ⅱ：				$\frac{16}{27} \times \frac{27}{26} = \frac{8}{13}$
演变的结果：	1 :	$\frac{64}{81}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{8}{13}$
理论音高音分数：				840.53
跃迁的可能性Ⅲ：				$\frac{16}{27} \times \frac{1053}{1024} = \frac{39}{64}$
演变的结果：	1 :	$\frac{64}{81}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{39}{64}$
理论音高音分数：				857.52

第三种可能性"阴仪13化"不可能在半降徵调式类色彩音条件下产生，所以不符合调式结构的规定性。

9. 云南路南圭山区彝族撒尼人含半降Mi的Do调式四声音列

实测绝对音高：	E4+49	#G4-4	B4+15	#D5-41
唱　　名：	Do	↓Mi	So	Si
实测相对音高音分数：	0	347	701	1090
传统自然律制音高音分数：	0	407.82	701.95	1109.77
传统自然律制相对波长：	1 :	$\frac{64}{81}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{128}{243}$
跃迁的可能性I：		$\frac{64}{81} \times \frac{729}{704} = \frac{9}{11}$		
演变的结果：	1 :	$\frac{9}{11}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{128}{243}$
理论音高音分数：		347.41		

10. 云南彝族撒尼人含半降Mi的Do调式复杂的四声音列

实测绝对音高：	E4+22	#G4-39	#G4+38	B4-6	#D5-10
唱　　名：	Do	↓Mi	Mi	↓So	↓Si
实测相对音高音分数：	0	339	416	672	1068
传统自然律制音高音分数：	0		407.82	701.95	1109.77
传统自然律制相对波长：	1 :		$\frac{64}{81}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{128}{243}$
跃迁的可能性I：		$\frac{64}{81} \times \frac{27}{26} = \frac{32}{39}$		$\frac{2}{3} \times \frac{64}{63} = \frac{128}{189}$	$\frac{128}{243} \times \frac{33}{32} = \frac{44}{81}$
演变的结果：	1 :	$\frac{32}{39}$:	$\frac{64}{81}$:	$\frac{128}{189}$:	$\frac{44}{81}$

理论音高音分数： 342.48 674.69 1056.50

跃迁的可能性II： $\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{44}{45}}=\frac{33}{40}}$

演变的结果： $1 : \frac{33}{40} : \frac{64}{81} : \frac{128}{189} : \frac{44}{81}$

理论音高音分数： 333.04 674.69 1056.50

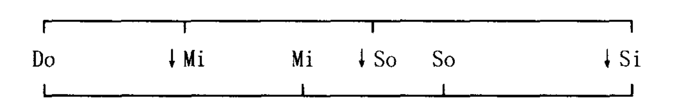
跃迁的可能性III： $\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{32}{33}}=\frac{9}{11}}$ $\boxed{\frac{9}{16}\boxed{\times\frac{26}{27}}=\frac{13}{24}}$

演变的结果： $1 : \frac{9}{11} : \frac{64}{81} : \frac{128}{189} : \frac{13}{24}$

理论音高音分数： 347.41 674.69 1061.43

第一种可能性是主音上方大三度半降，与实测数据最接近，与中立七度也保持同样的半降跃迁；后两种可能性为主音上方小三度半升，中立七度也应是从小七度半升，其结果与测音数据相差不大，但在这个调式的普通形态中并无主音上方小三度和小七度，所以不可能产生这样的跃迁，这个例子再次说明“阴仪11化”是半降徵调式类色彩音的跃迁通道。这调式的六度音程的比率关系含素数7。

这是两个四音列重叠构成：



11. 傣族含中立音La调式六声音阶

实测绝对音高：	E5+49	#G4-42	#A4-12	B4+49	C4+49	#D+6
唱　　名：	La	Do	↑Rai	Mi	Fa	↑So
实测相对音高音分数：	0	309	539	700	800	1057
传统自然律制音高音分数：	0	315.64	498.05	701.95	813.69	1017.60

传统自然律制

相对波长： 1 : $\frac{5}{6}$: $\frac{3}{4}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{5}{8}$: $\frac{5}{9}$

跃迁的可能性Ⅰ： $\frac{3}{4} \times \frac{44}{45} = \frac{11}{15}$　　$\frac{5}{9} \times \frac{44}{45} = \frac{44}{81}$

演变的结果： 1 : $\frac{5}{6}$: $\frac{11}{15}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{5}{8}$: $\frac{44}{81}$

理论音高音分数： 536.95　　1056.50

跃迁的可能性Ⅱ： $\frac{3}{4} \times \frac{1024}{1053} = \frac{256}{351}$　　$\frac{5}{9} \times \frac{2187}{2240} = \frac{243}{448}$

演变的结果： 1 : $\frac{5}{6}$: $\frac{256}{351}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{5}{8}$: $\frac{243}{448}$

理论音高音分数： 546.39　　1059.05

12. 哈尼族含大三度的La调式半升Rai五声音阶

实测绝对音高：	A4+1	#C5+5	#D5-30	E5+3	G4+4
唱　　名：	La	#Do	↑Rai	Mi	So
实测相对音高音分数：	0	404	569	702	1003
传统自然律制音高音分数：	0	407.82	498.05	701.95	996.09

传统自然律制

相对波长： 1 : $\frac{64}{81}$: $\frac{3}{4}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{9}{16}$

跃迁的可能性： $\frac{3}{4} \times \frac{26}{27} = \frac{13}{18}$

演变的结果： 1 : $\frac{64}{81}$: $\frac{13}{18}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{9}{16}$

理论音高音分数： 563.38

13. 哈尼族含中立音La调式七声音阶

实测绝对音高:	#G4+15	#A4+42	C5+26	D5-39	#D5+31	#F5-39	G4-47
唱名:	La	↑Si	Do	↑Rai	Mi	#Fa	So
实测相对音高音分数:	0	227	383	546	716	918	1038
传统自然律制音高音分数:	0	203.91	407.82	498.05	701.95	905.86	996.09
传统自然律制相对波长:	1 :	$\frac{8}{9}$:	$\frac{64}{81}$:	$\frac{3}{4}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{16}{27}$:	$\frac{9}{16}$

跃迁可能性 I: $\frac{8}{9}\times\frac{64}{63}=\frac{7}{8}$　$\frac{3}{4}\times\frac{32}{33}=\frac{8}{11}$　$\frac{9}{16}\times\frac{32}{33}=\frac{6}{11}$

演变结果: $1 : \frac{7}{8} : \frac{64}{81} : \frac{8}{11} : \frac{2}{3} : \frac{16}{27} : \frac{6}{11}$

理论音高音分数: 231.17　551.32　1049.36

跃迁可能性 II: $\frac{3}{4}\times\frac{1024}{1053}=\frac{256}{351}$　$\frac{9}{16}\times\frac{1024}{1053}=\frac{64}{117}$

演变结果: $1 : \frac{7}{8} : \frac{64}{81} : \frac{256}{351} : \frac{2}{3} : \frac{16}{27} : \frac{64}{117}$

理论音高音分数: 231.17　546.39　1044.44

第二种可能性虽然音高更接近实测音高,但不符合调式结构规定性,这里的来源是“阳仪11化”跃迁。

14. 基诺族含中立音So调式七声音阶

(音调呈So—Rai进行时,为纯五度关系,见下列带星号的音)

实测绝对音高:	#G5+24*					
	A5-31	B4-30	C5+30	D6-33	#D6+27*	F-32
唱名:	So*	La	↓Si	Do	Rai*	Mi
实测相对音高相对音高:	0	201	361	498	658/697	799
传统自然律制音高音分数:	0	203.91	293.91	498.05	701.95	792.18

传统自然律制

相对波长：$1 : \frac{8}{9} : \frac{27}{32} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{81}{128}$

跃迁的可能性 I：$\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{26}{27}}=\frac{13}{16}}$ $\boxed{\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{1054}{1023}}=\frac{351}{512}}$

演变的结果：$1 : \frac{8}{9} : \frac{13}{16} : \frac{3}{4} : \frac{351}{512} : \frac{81}{128}$

理论音高音分数：359.46　653.61

跃迁的可能性 II：$\boxed{\frac{27}{32}\boxed{\times\frac{32}{33}}=\frac{9}{11}}$ $\boxed{\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{33}{32}}=\frac{11}{16}}$

演变的结果：$1 : \frac{8}{9} : \frac{9}{11} : \frac{3}{4} : \frac{11}{16} : \frac{81}{128}$

理论音高音分数：374.41　648.68

第一种可能性的五级音虽然比率关系较复杂，但"阴仪13化"跃迁符合调式结构的规定性，而第二种含"11分、11倍"两仪跃迁，在这种半升羽调式类色彩音的情况下不可能发生。

15. 景颇族含中立音Mi调式五声调式音阶

实测绝对音高：	E4-46	G4-44	#G4+13	B4+30	#C5-10
唱名：	Mi	So	↓La	Do	↓Rai
实测相对音高音分数：	0	302	459	776	936
传统自然律制音高音分数：	0	294.14	498.05	792.18	996.09

传统自然律制

相对波长：$1 : \frac{27}{32} : \frac{3}{4} : \frac{81}{128} : \frac{9}{16}$

跃迁的可能性：$\boxed{\frac{3}{4}\boxed{\times\frac{28}{27}}=\frac{7}{9}}$ $\boxed{\frac{9}{16}\boxed{\times\frac{28}{27}}=\frac{7}{12}}$

$\boxed{\frac{81}{128}\boxed{\times\frac{64}{63}}=\frac{9}{14}}$

演变的结果：　$1 : \frac{27}{32} : \frac{7}{9} : \frac{9}{14} : \frac{7}{12}$

理论音高音分数：　435.03　764.92　933.13

此音阶中的四级音也可能是小六度而非中六度，只是因演奏误差而偏低，给人造成类似中立六度的印象。

16. 摩梭人So调式六声音阶

实测绝对音高：	B4-12	C5+49	D5+3	E5-35	#F5-39 #F5-1	#G5-47
唱名：	So	↓La	♭si	Do	Rai	↓Mi
实测相对音高音分数：	0	151	315	477	711	865
传统自然律制音高音分数：	0	203.91	315.64	498.05	701.95	884.36
传统自然律制相对波长：	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$

跃迁的可能性Ⅰ：　$\frac{8}{9} \times \frac{33}{32} = \frac{11}{12}$　　$\frac{3}{4} \times \frac{64}{63} = \frac{16}{21}$　　$\frac{3}{5} \times \frac{55}{54} = \frac{11}{18}$

演变的结果：　$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{16}{21} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18}$

理论音高音分数：　155.56　470.78　852.59

跃迁的可能性Ⅱ：　$\frac{8}{9} \times \frac{1053}{1024} = \frac{117}{128}$　　$\frac{3}{5} \times \frac{65}{64} = \frac{39}{64}$

演变的结果：　$1 : \frac{117}{128} : \frac{5}{6} : \frac{16}{21} : \frac{2}{3} : \frac{39}{64}$

理论音高音分数：　155.56　470.78　857.52

这属于含数种素数（11、7）混合型调式，第二种可能性"阴仪13化"跃迁在实际的半降徵调类色彩音情况下并不存在。

17. 四川羌族La调式五声音阶

实测绝对音高：	$^{\#}$A4-9	B+42	C5+37	$^{\#}$D5+18	E5+21
唱　　名：	La	↓Si	↓Do	Rai	↓Mi
实测相对音高音分数：	0	151	246	527	630
传统自然律制音高音分数：	0	182.40	315.64	590.22	701.95
传统自然律制相对波长：	1	: $\frac{9}{10}$	: $\frac{5}{6}$	: $\frac{32}{45}$	: $\frac{2}{3}$

跃迁的可能性Ⅰ：

$$\frac{9}{10}\times\frac{55}{54}=\frac{11}{12}\qquad \frac{32}{45}\times\frac{27}{26}=\frac{48}{65}$$

$$\frac{5}{6}\times\frac{36}{35}=\frac{6}{7}\qquad \frac{2}{3}\times\frac{27}{26}=\frac{9}{13}$$

演变的结果：$1:\frac{11}{12}:\frac{6}{7}:\frac{48}{65}:\frac{9}{13}$

理论音高音分数：150.64　266.87　524.89　636.62

跃迁的可能性Ⅱ：

$$\frac{9}{10}\times\frac{64}{63}=\frac{32}{35}\qquad \frac{2}{3}\times\frac{28}{27}=\frac{56}{81}$$

$$\frac{32}{45}\times\frac{8505}{8092}=\frac{189}{256}$$

演变的结果：$1:\frac{32}{35}:\frac{6}{7}:\frac{189}{256}:\frac{56}{81}$

理论音高音分数：155.14　266.87　525.31　638.99

第一种可能性比率关系简单，但涉及素数11、13、7、5，维度较多，属混合型，特小三度（$\frac{6}{7}$）也符合调式结构的规定，符合旋律给人的听觉印象；第二种可能性律数简单，只含素数5、7，但比率关系略复杂。

18. 内蒙古伊克昭盟半升宫羽调式音阶

实测绝对音高：	#C5+6	F5-40	#F4-9	G4+48	B4-13
唱　　名：	La	↑Do	Re	↓Mi	Sol
实测相对音高音分数：	0	354	485	642	981/1004
传统自然律制音高音分数：	0	293.91	498.05	701.95	996.09
传统自然律制相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$

跃迁的可能性Ⅰ：$\frac{27}{32} \times \frac{26}{27} = \frac{13}{16}$　　$\frac{2}{3} \times \frac{33}{32} = \frac{11}{16}$

演变的结果：$1 : \frac{13}{16} : \frac{3}{4} : \frac{11}{16} : \frac{9}{16}$

理论音高音分数：359.46　　648.68

跃迁的可能性Ⅱ：$\frac{27}{32} \times \frac{704}{729} = \frac{22}{27}$　　$\frac{2}{3} \times \frac{729}{704} = \frac{243}{352}$

演变的结果：$1 : \frac{22}{27} : \frac{3}{4} : \frac{243}{352} : \frac{9}{16}$

理论音高音分数：354.55　　641.54

↑Do←So←[Rai← La]→↓ Mi

由于Mi的半降变化，已经没有了原本作为功能音支持主音的资格，而变成徵调式类色彩音。第一种可能性不如第二种那样贴近实测音高，但符合调式结构的规定性，“阴仪13化”跃迁解释主音上方小三度的羽调式类色彩音的变迁，“阴仪11化”跃迁解释主音上属方向音律变迁。

第二种可能性虽然与实测音高非常吻合，但“阴仪11化”跃迁不符合主音上方小三度半升的规定性。

19. 新疆南部维吾尔族La调式

La—Mi为五度框架，因为只测↑Do、Rai、Mi这个片断，音阶关系如下：

唱名：	La		↑Do		Rai		Mi		So
实测相对音高音分数：			344/364		483/492/504				
传统自然律制音高音分数：	0		315.64		498.05		701.95		1017.60
传统自然律制相对波长：	1	:	$\frac{5}{6}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$	:	$\frac{5}{9}$
跃迁的可能性Ⅰ：			$\frac{5}{6}\times\frac{39}{40}=\frac{13}{16}$						
演变的结果：	1	:	$\frac{13}{16}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$	:	$\frac{5}{9}$
理论音高音分数：			359.46						
跃迁的可能性Ⅱ：			$\frac{5}{6}\times\frac{54}{55}=\frac{9}{11}$						
演变的结果：	1	:	$\frac{9}{11}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$	:	$\frac{5}{9}$
理论音高音分数：			347.41						
跃迁的可能性Ⅲ：			$\frac{5}{6}\times\frac{192}{195}=\frac{32}{39}$						
演变的结果：	1	:	$\frac{32}{39}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$	:	$\frac{5}{9}$
理论音高音分数：			342.48						

20. 新疆刀郎木卡姆特殊调式音阶

麦盖提巴希巴雅宛木卡姆是一个含减五度的六声音阶，不涉及中立音，故不论及。

巴楚孜尔巴雅宛木卡姆So调式音阶

唱名：	So	La	Si	Do	↑#Do	Rai	Mi
实测相对音高音分数	0	198	402	493/527	639	704	871
传统自然律制音高音分数：	0	182.40	386.31	498.05		701.95	884.36

传统自然律制相对波长：$1 : \frac{9}{10} : \frac{4}{5} : \frac{3}{4} : \quad : \frac{2}{3} : \frac{3}{5}$

跃迁的可能性Ⅰ：

$$\boxed{\frac{3}{4}\boxed{\times\frac{44}{45}}=\frac{11}{15}}$$

$$\boxed{\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{27}{26}}=\frac{9}{13}}$$

演变的结果：$1 : \frac{9}{10} : \frac{4}{5} : \frac{11}{15} : \frac{9}{13} : \frac{2}{3} : \frac{3}{5}$

理论音高音分数： 536.95 636.62

跃迁的可能性Ⅱ：

$$\boxed{\frac{3}{4}\boxed{\times\frac{192}{195}}=\frac{48}{65}}$$

$$\boxed{\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{28}{27}}=\frac{56}{81}}$$

演变的结果：$1 : \frac{9}{10} : \frac{4}{5} : \frac{48}{65} : \frac{56}{81} : \frac{2}{3} : \frac{3}{5}$

理论音高音分数： 524.89 638.99

第二种可能性更贴近实测音高，但比率关系较第一种复杂，并且涉及素数7，属于混合型。

阿瓦提巴希巴雅宛木卡姆La调式音阶

唱名：	La	↑Si	Do	#Do	Rai	Mi
实测相对音高相对音高：	0	231	270	410	487	709

传统自然律制音高音分数：	0		203.91		294.14		407.82		498.05	701.95
传统自然律制相对波长：	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{27}{32}$	:	$\frac{64}{81}$	:	$\frac{3}{4}$	: $\frac{2}{3}$

跃迁的可能性Ⅰ： $\frac{8}{9} \times \frac{63}{64} = \frac{7}{8}$　　$\frac{27}{32} \times \frac{64}{63} = \frac{6}{7}$

演变的结果：	1	:	$\frac{7}{8}$	:	$\frac{6}{7}$	:	$\frac{64}{81}$	:	$\frac{3}{4}$	: $\frac{2}{3}$
理论音高音分数：			231.17		266.87					

麦盖提森姆巴雅宛木卡姆Rai调式音阶

唱　名：	Rai		Fa(↑Fa)		So		La	Do(↑Do)
实测相对音高音分数：	0		328/366		498		678/726	1017/1065
传统自然律制音高音分数：	0		315.64		498.05		701.95	1017.60
传统自然律制相对波长：	1	:	$\frac{5}{6}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$	: $\frac{5}{9}$

跃迁的可能性Ⅰ： $\frac{5}{6} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{16}$　　$\frac{5}{9} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{24}$　　$\frac{2}{3} \times \frac{63}{64} = \frac{21}{32}$

演变的结果：	1	:	$\frac{13}{16}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{21}{32}$	: $\frac{13}{24}$
理论音高音分数：			359.46				729.22	1061.43

跃迁的可能性Ⅱ： $\frac{5}{6} \times \frac{54}{55} = \frac{9}{11}$　　$\frac{5}{9} \times \frac{54}{55} = \frac{6}{11}$

$$\boxed{\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{64}{63}}=\frac{128}{189}}$$

演变的结果：1 ： $\frac{9}{11}$ ： $\frac{3}{4}$ ： $\frac{128}{189}$ ： $\frac{6}{11}$

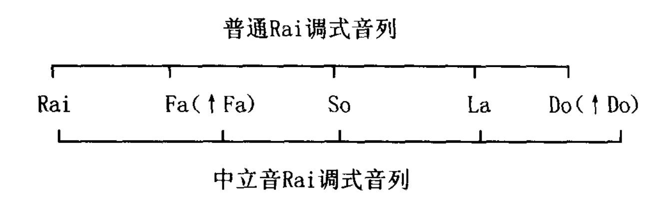
理论音高音分数： 347.41 674.68 1049.36

跃迁的可能性III： $\boxed{\frac{5}{6}\boxed{\times\frac{99}{100}}=\frac{33}{40}}$

演 变 结 果： $\frac{33}{40}$

理论音高音分数： 333.04

这也是混合型调式，第一种可能性是最切合实际的；第二种可能性比率关系比第一种更简单，"阳仪11化"跃迁也符合调式结构的规定性，但音高的贴近程度较第一种可能性差；第三种为"阴仪11化"跃迁，此处不符合规定性。这其实是两个不同结构的Rai调式—普通Rai调式和含中立音的Rai调式结合而成，具体的音调进行需对照谱面分析。结构如下：



阿瓦提森姆巴雅宛木卡姆Rai调式音列

唱 名：	Rai	↑Fa	So	La	Do
实测相对音高音分数：	0	361	470	694	1020
传统自然律制音高音分数：	0	315.64	498.05	701.95	1017.60
传统自然律制相对波长：	1 ：	$\frac{5}{6}$ ：	$\frac{3}{4}$ ：	$\frac{2}{3}$ ：	$\frac{5}{9}$

跃迁的可能性：

$\frac{5}{6}\boxed{\times\frac{39}{40}}=\frac{13}{16}$

$\frac{3}{4}\boxed{\times\frac{64}{63}}=\frac{16}{21}$

演变的结果： $1 : \frac{13}{16} : \frac{16}{21} : \frac{2}{3} : \frac{5}{9}$

理论音高音分数： 359.46 470.78

21. 韩国半降羽徵调式五声音阶

实测绝对音高：	A4+48	B4+5	D5+45	E5+13*	#F5-4	A5+47
唱名：	So	↓La	Do	Rai	↓Mi	So
实测相对音高音分数：	0	157	497	731*	851	1199
传统自然律制音高音分数：	0	203.91	498.05	701.95	905.86	996.09
传统自然律制相对波长：	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$

跃迁的可能性：

$\frac{8}{9}\boxed{\times\frac{33}{32}}=\frac{11}{12}$

$\frac{16}{27}\boxed{\times\frac{33}{32}}=\frac{11}{18}$

$\frac{2}{3}\boxed{\times\frac{63}{64}}=\frac{21}{32}$

演变的结果： $1 : \frac{11}{12} : \frac{3}{4} : \frac{21}{32} : \frac{11}{18} : \frac{1}{2}$

理论音高音分数： 150.64 729.22 852.59

22. 印尼玛多拉地区民间音乐So调式七声音阶

实测绝对音高：	A4+12	C5-22	#C5-41	#D5-32	E5+27	#G4-39
			#C5-20		F5-24	
唱名：	Sol	↑La	↑bsi	↑Do	Rai	↑Rai

实测相对音高音分数： 0 266 347/368 556 715/764 1049

传统自然律制音高音分数： 0 182.40 315.64 498.05 701.95 1017.60

传统自然律制相对波长： $1 : \frac{9}{10} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{5}{9}$

跃迁的可能性： $\frac{9}{10} \times \frac{20}{21} = \frac{6}{7}$

$\frac{3}{4} \times \frac{32}{33} = \frac{8}{11}$ $\frac{5}{9} \times \frac{54}{55} = \frac{6}{11}$

$\frac{5}{6} \times \frac{54}{55} = \frac{9}{11}$ $\frac{2}{3} \times \frac{27}{28} = \frac{9}{14}$

演变的结果： $1 : \frac{6}{7} : \frac{9}{11} : \frac{8}{11} : \frac{9}{14} : \frac{6}{11}$

理论音高音分数： 266.87 347.41 551.32 764.93 1049.36

跃迁的可能性 II： $\frac{5}{6} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{16}$ $\frac{2}{3} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{20}$

演变的结果： $\frac{13}{16}$ $\frac{13}{20}$

理论音高音分数： 359.46 745.78

这个音阶是由两种So调式叠加而成：

So ↑La (↑^{b}Si) Do Rai ↑Rai (↑Fa)

23. 匈牙利民间音乐La调式六声音阶

实测绝对音高：$^\#$F4+15 $^\#$G-26 A5-37 / $^\#$A5-37 B4+5 $^\#$C6+8 E5+21

唱名： La ↓Si Do(↓#Do) Rai Mi So

实测相对音高音分数：	0	159	282/348	490	707	1006
传统自然律制音高音分数：	0	203.91	315.64	498.05	701.95	1017.60
传统自然律制相对波长：	1	: $\frac{8}{9}$	: $\frac{5}{6}$	: $\frac{3}{4}$	: $\frac{2}{3}$	: $\frac{5}{9}$

跃迁的可能性： $\frac{8}{9}\times\frac{33}{32}=\frac{11}{12}$

$\frac{5}{6}\times\frac{54}{55}=\frac{9}{11}$

演变的结果：	1	: $\frac{11}{12}$	: $\frac{9}{11}$	: $\frac{3}{4}$	: $\frac{2}{3}$	: $\frac{5}{9}$
理论音高音分数：		150.64	347.41			

24. 缅甸民间音乐So调式七声音阶

实测绝对音高：	#C5-10	#D5-32	F4-23	#F4+15	#G4-44	A4+41	B4-6
唱名：	So	La	Si	↓#Do	↓Rai	↓Mi	Fa
实测相对音高音分数：	0	178	387	525	666	851	1004
传统自然律制音高音分数：	0	182.40	386.31	590.21	701.95	884.36	1017.60
传统自然律制相对波长：	1	: $\frac{9}{10}$	: $\frac{4}{5}$	: $\frac{32}{45}$	: $\frac{2}{3}$	: $\frac{3}{5}$	: $\frac{5}{9}$

跃迁可能性 I： $\frac{32}{45}\times\frac{45}{44}=\frac{8}{11}$ $\frac{3}{5}\times\frac{55}{54}=\frac{11}{18}$

$\frac{2}{3}\times\frac{45}{44}=\frac{15}{22}$

演变结果：	1	: $\frac{9}{10}$	: $\frac{4}{5}$	: $\frac{8}{11}$	: $\frac{15}{22}$	: $\frac{11}{18}$	: $\frac{5}{9}$
理论音高音分数：				551.32	663.05	852.59	

跃迁可能性II：$\frac{32}{45}\times\frac{33}{32}=\frac{11}{15}$

演 变 结 果：$\frac{11}{15}$

理论音高音分数：536.95

跃迁可能性III：$\frac{32}{45}\times\frac{27}{26}=\frac{48}{65}$

演 变 结 果：$\frac{48}{65}$

理论音高音分数：524.89

25. 非洲莫桑比克扎瓦拉地区克乔皮人木琴音乐之音阶

音序：	1	2	3	4	5	6	7	8
各音级音高：	0	157	325	498	655	834	1027	1200
传统自然律制音高音分数：	0	182.40	315.64	498.05	701.95	884.36	1017.60	1200
传统自然律制相对波长：	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}$

跃迁可能性 I：$\frac{9}{10}\times\frac{65}{64}=\frac{117}{128}$　$\frac{2}{3}\times\frac{1053}{1024}=\frac{351}{512}$

$\frac{5}{9}\times\frac{324}{325}=\frac{36}{65}$

$\frac{5}{6}\times\frac{45}{44}=\frac{54}{65}$　$\frac{3}{5}\times\frac{40}{39}=\frac{8}{13}$

演 变 结 果：$1:\frac{117}{128}:\frac{54}{65}:\frac{3}{4}:\frac{351}{512}:\frac{8}{13}:\frac{36}{65}:\frac{1}{2}$

理论音高音分数：155.56 320.98 653.61 840.53 1022.93 1200

第三节

非典型中立音的音律现象

通过“七分生律法”或“七倍生律法”所生的那些音律，我把它们看作“非典型中立音”的音律现象。理由有二：

理由之一，从音程值的大小来看。通过“七分生律法”或“七倍生律法”所生的音律，把原有的纯四度框架分割为“特小三度”和“特大全音”两个音程，“特小三度”音程系数是 $\frac{7}{6}$，其音程值用音分数来表示是266.87音分，比250音分这种典型中立音程大16.87音分。“特大全音”的音程系数是 $\frac{8}{7}$，其音程值用音分数来表示是231.17，比250音分这种典型中立音程小18.83音分。从这两个代表性的音程值来看，都够不上典型的中立音。

理由之二，从这些音律跟传统的和声功能理论的关系来看。德国莱比锡音乐理论学派所编的和声学教程早在20世纪中叶，就把这类音律纳入到和声功能理论的范畴之内。例如，这学派认为属七和弦的七音是属音上的“自然七度”音。根据这个观点，主音跟它们的音程关系可表述为：

	主音	属七和弦的七音
相对音高音分数：	0	470.78
相 对 波 长：	1	$\frac{16}{21}$

这学派又认为，自然小调、和声小调、和声大调的所谓“Ⅱ级七和弦”的“根音”，应该是由主音向下派生的“七倍音”。根据这观点，主音跟它的音程关系可表述为：

	主音	七倍波Ⅱ级音
相对音高音分数：	0	231.17

相对波长：　　1　　$\frac{7}{8}$

莱比锡学派在把通过"七分生律法"或"七倍生律法"所生的音律纳入和声功能理论加以讨论时，所用的概念是"莱比锡音差"(Leipziger Komma $\frac{64}{63}$)[8]、"莱比锡变化半音"(Leipziger Chroma $\frac{15}{14}$)[9]，等等，承认十二平均律可以模拟它们，仿制它们，而没有把它们当作中立音现象来看待。

对于由"七分音"和"七倍音"构成的各种中立音调式，可以分为如下五类表述：

第一类，含主音上纯四、五度的调式音阶；

第二类，含主音上纯五度的调式音阶；

第三类，含主音上纯四度的调式音阶；

第四类，主音上既无纯四度，也无纯五度的调式音阶；

第五类，除了含七分、七倍音律以外，还含其它中立音的调式音阶。

应有勤在他的《重新认识甘美兰的斯连德若音阶》[10]一文中，对甘美兰斯连德若这种音阶的律制属性有很好的探索，认为$\frac{6}{7}$、$\frac{7}{8}$、$\frac{8}{9}$这三个音程是此音阶中的真正基因，由第六、七、八、九次谐音互邻构成。笔者非常赞同这个分析。但由于本人关注各种含中立音的特殊调式，不仅要分析其律制属性，还欲求能够对调式结构作出乐、律学的双重解释，所以仍以观察一系列音程关系为主要方法。

现在按这五类顺序分析如下：

以印度尼西亚甘美兰斯连德若音阶为例，从46条测音数据中

看，No. 39不涉及中立音，故而此处不作讨论。其余45条大致可以划分出如下若干种调式结构：

第一类，含主音上纯四、五度的调式音阶

1. No. 42

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	498	702	996	1200
相 对 波 长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$
相邻音级音程系数：		$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{32}{27}$	$\frac{9}{8}$

2. No. 1、16

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	498	702	933	200
相 对 波 长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$
相邻音级音程系数：		$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$

3. No. 3、23

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	498	702	969	1200
相 对 波 长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$
相邻音级音程系数：		$\frac{8}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{8}{7}$

4. No. 6、9、21、25、44

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	498	702	933	1200
相 对 波 长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ |

第二类，含主音上纯五度的调式音阶

1. No. 33、40

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	471	702	996	1200
相 对 波 长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{32}{27}$ | $\frac{9}{8}$ |

2. No. 8、13、18、24、36

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	435	702	933	1200
相 对 波 长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ |

3. No. 10、15、32

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗

相对音高音分数：	0	231	471	702	969	200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ |

4. No. 5、35、41

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	471	702	933	1200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ |

5. No. 22

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	435	702	933	200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{54}{49}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ |

第三类，含主音上纯四度的调式音阶

1. No. 4

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	498	729	969	1200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数： | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{8}{7}$ |

2. No. 7、17

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	498	765	969	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数： | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{8}{7}$ |

第四类，主音上既无纯四度，也无纯五度的调式音阶

1. No. 30

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	204	471	674	906	1200
相对波长：	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{128}{189}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数： | $\frac{9}{8}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{32}{27}$ |

2. No. 27

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	294	471	729	996	1200
相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数： | $\frac{32}{27}$ | $\frac{567}{512}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ |

3. No. 31

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	294	525	729	996	1200
相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{189}{256}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{32}{27}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{9}{8}$ | | $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ |

4. No. 26

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	471	674	906	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{128}{189}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{9}{8}$ | | $\frac{8}{7}$ | $\frac{32}{27}$ |

5. No. 11、28、38

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	204	435	674	933	1200
相对波长：	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{128}{189}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{9}{8}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{7}{6}$ |

6. No. 14、29

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	471	674	933	1200

相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{128}{189}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{7}{6}$ |

7. No. 2、46

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	471	729	969	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{8}{7}$ |

8. No. 12. 19. 20、43

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	471	729	969	1200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{8}{7}$ |

9. No. 34

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	231	471	729	933	1200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{147}{128}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{7}{6}$ |

第五类，除了含七分、七倍音律以外，还含其它中立音的调式音阶。

1. No. 37

	I	II	III	IV	V	VI
	巴朗	伯姆	多多	利姆	奈姆	巴朗
相对音高音分数：	0	267	435	649	906	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{54}{49}$ | $\frac{112}{99}$ | $\frac{297}{256}$ | $\frac{32}{27}$ |

如果对上述类型的基本音列进行提炼，我们会看到如下可以建立简单整数连比的音列模块：

纯五度框架：$1 : \frac{7}{8} : \frac{7}{9} : \frac{2}{3}$

相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$
相对音高：	0	231	435	702	933	1200

求连比：$(72 : 63 : 56 : 48 : 42 : 36)\times\frac{1}{9}\times 2^{-3}$

分解为：$(28 : 24 : 21 : 18)\times\frac{1}{9}\times 2^{-2}$

$(8 : 7 : 6)\times\frac{1}{3}\times 2^{-2}$

纯五度框架：$1 \quad \frac{7}{8} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{2}{3}$ 加 $\frac{7}{12}$

相对音高：	0	231	498	702	933	1200
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$

求连比：$(24 : 21 : 18 : 16 : 14 : 12)\frac{1}{3}\times 2^{-3}$

分解为：　(8 ∶ 7 ∶ 6)$\times 2^{-3}$
(9 ∶ 8 ∶ 7 ∶ 6) $\times 2^{-2}$

纯五度框架：　1　$\frac{7}{8}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$ 加 $\frac{9}{16}$

相对音高：　0　231　498　702　996　1200

相对波长：　1　$\frac{7}{8}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$　$\frac{9}{16}$　$\frac{1}{2}$

(48 ∶ 42 ∶ 36 ∶ 32 ∶ 27 ∶ 24)$\frac{1}{3}\times 2^{-4}$

(8 ∶ 7 ∶ 6)$\times 2^{-3}$

纯五度框架：　1　$\frac{7}{8}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$ 加 $\frac{4}{7}$

相对音高：　0　231　498　702　969　1200

相对波长：　1　$\frac{7}{8}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$　$\frac{4}{7}$　$\frac{1}{2}$

求连比：　(168∶147∶126∶112∶96∶84)$\frac{1}{7}\times\frac{1}{3}\times 2^{-3}$

分解为：　(8 ∶ 7 ∶ 6)$\times 2^{-3}$(28 ∶ 24∶21) $\frac{1}{3}\times\frac{1}{7}\times 2^{-1}$

从上述分析可以看出，8∶7∶6 和9∶8∶7∶6是斯连德若音阶中最本质的音列关系，No. 37是11∶9∶7的唯一例子(仅就这46条数据而言)。以上诸类以纯四度框架和纯五度框架作不同组合，前三类是可以明确找出纯四、五度框架的类型，第四类四、五度框架隐藏在音列中，或连接或叠加，组成形形色色的调式结构。对甘美兰音乐令人迷惑的复杂结构，通过这样的梳理，大概可以较容易把握了吧。这样的数列关系反映在品柱乐器或管乐器上就是匀品或匀孔现象。

以上各类的其它例子：

在前边分析过的许多例子中，也有若干含典型中立因素和非

典型中立因素混合型调式音阶，在此节中强调分离出“七分”或“七倍”的因素。

1. 云南红河地区彝族含半降Mi的Do调式四声音阶的第一种可能性

唱名：	Do	↓Mi	Mi	↓So	↓Si
实测相对音高音分数：	0	339	416	672	1068
理论音高音分数：		342.48	407.82	674.69	1056.50
相对波长：	1 :	$\frac{32}{39}$:	$\frac{64}{81}$:	$\frac{128}{189}$:	$\frac{44}{81}$
相邻音级音程系数：		$\frac{39}{32}$	$\frac{27}{26}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{96}{77}$

音程系数为$\frac{96}{77}$的音程，音程值为381.81音分，那么，最后两音之间是一个模拟纯律大三度（音程系数为$\frac{5}{4}$，音程值为386.31音分）的音程，从相邻音级的音程系数可以看出，这是主音上既无纯四度，也无纯五度，是含13分、11倍和7分等若干中立音生律因素的第五类混合型调式音阶。

2. 傣族含中立音La调式六声音阶的第二种可能性

唱名：	La	Do	↑Rai	Mi	Fa	↑So
实测相对音高音分数：	0	309	539	700	800	1057
理论音高音分数：		315.64	546.39	701.95	813.69	1059.05
相对波长：	1 :	$\frac{5}{6}$:	$\frac{256}{351}$:	$\frac{2}{3}$:	$\frac{5}{8}$:	$\frac{243}{448}$
相邻音级音程系数：		$\frac{6}{5}$	$\frac{585}{512}$	$\frac{128}{117}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{280}{243}$

音程系数为$\frac{585}{512}$的音程，音程值为230.75音分，可以比拟特大

二度（音程系数$\frac{8}{7}$，音程值为231.17音分），最后两音之间的音程系数也含素数7。这是一个含7分和13分中立音生律因素的混合型调式音阶。

3. 哈尼族含中立音的La调式七声音阶

唱　名：	La	↑Si	Do	↑Rai	Mi	#Fa	So
实测相对音高音分数：	0	227	383	546	716	918	1038
理论音高音分数：		231.17	386.31	546.39	701.95	884.36	1044.44
相对波长：	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{265}{351}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{64}{117}$

相邻音级音程系数：| $\frac{8}{7}$ | $\frac{35}{32}$ | $\frac{351}{320}$ | $\frac{128}{117}$ | $\frac{10}{9}$ | $\frac{351}{320}$ |

音程系数为$\frac{35}{32}$的音程，音程值为155.14音分，可以比拟中二度（音程系数为$\frac{128}{117}$，音程值为155.56音分）。这是一个含7分、13分中立音生律因素的第五类混合型调式音阶。

4. 景颇族含中立音Mi调式五声调式音阶

唱　名：	Mi	So	↓La	Do	↓Rai
实测相对音高音分数：	0	302	459	776	936
理论音高音分数：	0	293.91	435.03	764.92	933.13
相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{7}{12}$

相邻音级音程系数：| $\frac{32}{27}$ | $\frac{243}{224}$ | $\frac{98}{81}$ | $\frac{54}{49}$ |

这属第四类，主音上既无纯四度，也无纯五度的五声调式音阶。

5. 摩梭人So调式六声音阶

唱　　　名：　So　↓La　♭Si　Do　Rai　↓Mi

实测相对音高音分数：　0　151　315　477　711　865

理论音高音分数：　155.56　315.64　470.78　701.95　852.59

相对波长：　$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{16}{21} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18}$

相邻音级音程系数：　| $\frac{12}{11}$ | $\frac{11}{10}$ | $\frac{35}{32}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{12}{11}$ |

这也是含7分、11倍中立音生律因素的第五类混合型调式音阶。

6. 四川羌族La调式五声音阶

唱　　　名：　La　↓Si　↓Do　Rai　↓Mi

实测相对音高音分数：　0　151　246　527　630

理论音高音分数Ⅰ：　0　150.64　266.87　524.89　636.62

相对波长：　$1 : \frac{11}{12} : \frac{7}{8} : \frac{48}{65} : \frac{9}{13}$

相邻音级音程系数：　| $\frac{12}{11}$ | $\frac{77}{72}$ | $\frac{55}{56}$ | $\frac{16}{15}$ |

理论音高音分数Ⅱ：　0　155.14　231.17　525.31　638.99

相对波长Ⅱ：　$1 : \frac{32}{35} : \frac{7}{8} : \frac{189}{256} : \frac{56}{81}$

相邻音级音程系数：　| $\frac{35}{32}$ | $\frac{16}{15}$ | $\frac{512}{441}$ | $\frac{2187}{2048}$ |

此例也是主音上方既无纯四度，也无纯五度的调式音阶，第一种可能性含11倍、7分、13分等生律因素，属混合型；第二种情况则较简单，只含素数7和5，但比例关系略复杂。

7. 巴楚孜尔巴雅宛木卡姆So调式音阶可能性Ⅱ

唱　　　名：So　La　Si　Do　↑♯Do　Rai　Mi

实测相对音高音分数	0	198	402	493/527	639	704	871
理论音高音分数		182.40	386.31	498.05/524.89	638.99	701.95	884.36
相对波长	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$ / $\frac{48}{65}$	$\frac{56}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$
相邻音级音程系数		$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{243}{224}$	$\frac{28}{27}$	$\frac{10}{9}$

含主音上纯四度的音列时，生律仍为非典型中立音范畴，以素数7为特征，属第三类；当主音上方大三度与第四级音形成中二度时，含素数13，生律因素就变得比较复杂。

8. 阿瓦提巴希巴雅宛木卡姆La调式音阶

唱名	La	↑Si	Do	#Do	Rai	Mi
实测相对音高音分数	0	231	270	410	487	709
理论音高音分数	0	231.17	266.87	407.82	498.05	701.95
相对波长	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$
相邻音级音程系数		$\frac{8}{7}$	$\frac{49}{48}$	$\frac{243}{224}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{9}{8}$

这是含主音上方纯四度、纯五度，加用素数7生律的第一类调式音阶。

9. 麦盖提森姆巴雅宛木卡姆Rai调式音阶

唱名	Rai	Fa(↑Fa)	So	La	Do(↑Do)
实测相对音高音分数	0	328/366	498	678/726	1017/1065
传统自然律制音高音分数	0	315.64	498.05	701.95	1017.60
理论音高音分数		359.46	498.05	729.22	1061.43

相对波长：1 : $\frac{13}{16}$: $\frac{3}{4}$: $\frac{21}{32}$: $\frac{13}{24}$

相邻音级音程系数：| $\frac{16}{13}$ | $\frac{13}{12}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{63}{52}$ |

这是含主音上纯四度，用素数13、7构成的混合型调式音阶。

10. 阿瓦提森姆巴雅宛木卡姆Rai调式音阶

唱名：	Rai	↑Fa	So	La	Do
实测相对音高音分数：	0	361	470	694	1020
理论音高音分数：		359.46	470.78	701.95	1017.60

相对波长：1 : $\frac{13}{16}$: $\frac{16}{21}$: $\frac{2}{3}$: $\frac{5}{9}$

相邻音级音程系数：| $\frac{16}{13}$ | $\frac{273}{256}$ | $\frac{8}{7}$ | $\frac{6}{5}$ |

含主音上纯五度，用素数13、7构成的混合型调式音阶。

11. 印尼玛多拉地区民间音乐So调式七声音阶

唱名：	So	↑La	↑bSi	↑Do	Rai ↑Rai	(↑Fa)
实测相对音高音分数：	0	266	347/368	556	715/764	1049
理论音高音分数：		266.87	347.41	551.32	764.93	1049.36

相对波长：1 : $\frac{6}{7}$: $\frac{9}{11}$: $\frac{8}{11}$: $\frac{9}{14}$: $\frac{6}{11}$

相邻音级音程系数：| $\frac{7}{6}$ | $\frac{22}{21}$ | $\frac{9}{8}$ | $\frac{112}{99}$ | $\frac{33}{28}$ |

这是主音上既无纯四度，也无纯五度，用素数11、7构成的混合型调式音阶。

本章小结

自从1885年埃利斯(A. J. Ellis，英国数学家兼语音学家，音分计量体系的发明和倡用者)发表了《论各民族的音阶》一文，发明了音分计量体系，从此，对各民族丰富奇特的音律现象的描述就不再是用含混地形容词而是具体的计量表述。本文尽力使采集、记谱、测音诸步骤规范化，使不同民族、地区、国家的含中立音现象的音乐样本有共同坐标，以求实现横的可比性，通过对测音数据的折算、分析，可以看出各自的共性与不同。由于不同的文化环境、物质条件，各个不同地方的人更容易发现第7谐音或第11谐音或第13谐音，并各有取舍。

从3化范畴的五度相生律到中立音或从有5化参与的纯律到中立音各有“11化”和“13化”两个转化通道，各民族由于具体的音调传统而更有机会选用此或彼，必须结合实际的旋律音调，从调式结构看各民族的音律习惯。只是孤立地看相邻两音间的距离是不够的，比如81∶52(767音分)、42∶27(765音分)、120∶77(768音分)，这三个音在听觉上完全一样，但它们分属13化、7化、11化范畴，它们只有在特定的旋律环境中展示其律制属性及功能意义。

这些民族、国家、地区由于自己不同的音调传统，自然选用了谐音列的低次段落，有的处于简单状态，直接用一段谐音列组织旋律，用音简单，结构单纯。有的则以基本音列搭建起复杂的音阶结构，显示出以一种音程关系演绎成系统的趋向。中立音是随机性变化产生的，有足够的动力，就可以使一个音的律高从“3化”的领域或“3、5化”的领域跃迁到另一个领域产生中立音，这就是音律变化圆转无穷的真谛。有观点认为在五度相生律和纯律产生之前曾存在“简单整数等差律[11]”或含素数3、5、7的谐音律(原文本为“倍音律”)[12]，随着三分损益法的产生，乐律体系进入由演绎计

算为主的历史阶段。但根据上文对旋律所做的分析，仅仅讨论"7分音"和"7倍音"是不够的，更多的例子显示出古人在运律方面的灵活，他们早已大量使用素数13、11，追求中立音独特的审美效应，而素数7不足以解释典型中立音的数理逻辑。中立音的产生有其随机性，不一定必然有一种相应的律制，但律学的任务规定了必须能够解释中立音程的产生来源，其音律属性何所归依。在对以上诸地区、民族民间音乐的乐律分析中，我们常常可以看到在第二节里所表述的典型音调相对波长组合，或全部、或片断，或转位的构建，通过基本音调模块的各种组合，形成各民族丰富的旋律样态。以上分析也可以说是对"跃迁"之法的实践检验。上述分析结果还可以结合旋律学分析，了解调式结构的演变规律和音律变化的动力来源。

---

[1] 韩宝强《论陕西民间音乐的律制》，天津音乐学院学报《学习与研究》1985年第2期，第4—11页。

[2] 姜夔《湖南花鼓戏〈刘海砍樵〉头段的律制特点》，《中央音乐学院学报》1986年第3期，第32—33页。

[3] 陈铭道、皮全红《非洲木琴研究与民族音乐学》，《中国音乐学》1996年第4期，第30—40页。

[4] 应有勤《重新认识甘美兰的斯连德若音阶》，《中国音乐学》1997年第2期，第5—18页；第3期，第107—124页。

[5] 见沈洽《音腔论》，《民族音乐学论文选》，上海音乐出版社，1988年10月第一版，第26页。

[6] 引自陈铭道、皮全红文《非洲木琴研究与民族音乐学》，《中国音乐学》1996年第4期，第30—40页。

[7] 转引自应有勤文《重新认识甘美兰的斯连德若音阶》(上)，《中国音乐学》1997年第2期，第5—18页。

[8] FRITZ REUTER *Praktiche Harmonik des 20. Jahrhunderts* (《二十世纪的实用和声技法》)，MITTELDEUTSCHER VERLAG HALLE (中部

德意志出版社〈哈雷〉)，1952年夏出版，第42、71页。
[9] 同上，第55页。
[10] 见《中国音乐学》1997年第2期，第5—18页；第三期，第107—124页。
[11] 详见陈其射《试论简单整数等差律——三分损益律学思想前兆》，《中央音乐学院学报》1986年第1期，第17—21页。
[12] 详见应有勤《比三分损益律更早的律制》，《音乐艺术》1990年第4期，第2—11页；《倍音律初探》，第三届全国律学研讨会论文，1998年10月。

第四章

出土乐器测音数据所反映的中立音程关系

从杨荫浏先生到目前诸家对出土乐器的测音分析，结论都不出以素数因子 2、3、5 为规范的律制——三分损益律、纯律，即便用“二律并用”或“复合律制”等概念也仍是在 2、3、5 等数的数理范畴。出土乐器的测音数据中那些不合三分损益律和纯律规范的音都被纳入这两种律制，并解释为以耳度声和制作削凿过程中的误差。

但笔者细究已发表的所有测音数据，发现很多音程关系被解释为有误差的纯律小三度或大三度太过牵强，因为这些音程的误差之大以至于只有进入另外的数理范畴，才能得到解释。本章将对这些数据再作分析。

第一节

新石器时期的乐器测音数据分析

1. 贾湖骨笛[1]

裴李岗文化贾湖类型二期，距今近八千年。

黄翔鹏文中提供了 8 个数据，现抄录于下：

表十六

之一

编号 1	↑行	↓行
1 孔	$^{\#}A_6$-42	$^{\#}A_6$-42
2 孔	G_6-40	G_6-50
3 孔	E_6+16	E_6+21
4 孔	D_6+16	D_6+14
5 孔	C_6+24	C_6+22
6 孔	B_5-25	B_5-39
7 孔	A_5+ 8	A_5+13
筒音	$^{\#}F_5$+44	$^{\#}F_5$+52

之二

编号 2	↑行	↓行
1 孔	$^{\#}A_6$-15	$^{\#}A_6$-63
2 孔	G_6-36	G_6-63
3 孔	E_6+22	E_6+ 0
4 孔	D_6- 1	D_6- 1
5 孔	C_6+15	C_6+ 0
6 孔	$^{\#}A_5$+49	$^{\#}A_5$+43
7 孔	A_5-20	A_5-10
筒音	$^{\#}F_5$-30	$^{\#}F_5$+29

之三

编号 3	↑行	↓行
1 孔	A_6+36	A_6+14
2 孔	G_6-45	G_6-74
3 孔	E_6- 4	E_6-15
4 孔	C_6+ 1	D_6- 8
5 孔	C_6-12	C_6+ 5
6 孔	B_5-49	B_5-40
7 孔	A_5+ 9	A_5+ 0
筒音	G_5+28	$^{\#}F_5$+32
注：7 孔表示该孔的大小孔同时开放		

之四

编号 4	↑行	↓行
1 孔	A_6-36	A_6-47
2 孔	$^{\#}F_6$+ 3	$^{\#}F_6$+36
3 孔	E_6-44	E_6-20
4 孔	D_6-51	D_6-20
5 孔	C_6-37	C_6+ 0
6 孔	B_5-60	B_5-47
(小)7 孔	A_5-11	A_5-12
(大)7 孔	$^{\#}G_5$+16	$^{\#}G_5$-18
筒音	$^{\#}F_5$-30	$^{\#}F_5$+18

黄翔鹏先生认为第7孔(小)至3孔的各音音程关系是:$A_5B_5C_6D_6E_6$ 1、2两孔和筒音全闭时发音较难,按音程性质的判断,可补足而成如下音列:

表十七

筒音	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔	二孔	一孔	结论
$^{\#}F_5$或(G5)	A_5	B_5	C_6	D_6	E_6	$^{\#}F_6$	$^{\#}A_6$	
角	徵	羽	闰	宫	商	角	徵	清商音阶六声结构
宫	商	角	和	徵	羽	变宫	商	下徵调音阶七声结构

根据以上测音数据,很难说贾湖骨笛真的是这两种音阶,现在重新综合分析以上四表的数据,为了观察音阶关系,用相对音高表示,以筒音为0音分,看各音的音程关系(为排版清晰起见,理论音高音分数小数点后四舍五入,保留整数):

表十八

之一:	筒音	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔	二孔	一孔
	$^{\#}F_5$	A_5	B_5	C_6	D_6	E_6	$^{\#}F_6$	$^{\#}A_6$
↑行	0	264	431	580	772	972	1216	1514
相邻音分数:	264	167	149	192	200	244	298	
↓行	0	261	409	570	762	969	1198	1506
相邻音分数:	261	148	161	192	207	229	308	

由于最高两孔和筒音全闭时发音较难,试奏中出现的差异也较大,所以先看七孔至三孔的音阶关系(取平均数):

	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔
	A_5	B_5	C_6	D_6	E_6
实测相对音高音分数:	0	157	316	504	708
相对波长:	1	$\frac{11}{12}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$

理论音高音分数：	0	151	316	498	702
校　正　值：		+6	±0	+6	+6
很显然，七孔至三孔音阶为：	羽	↓变宫	宫	商	角
这个音阶可以建立连比为：	12 :	11 :	10 :	9 :	8

这样的等差数列反映在管乐器上，就是匀孔现象。

还有一个可能性是↓变宫为$\frac{117}{128}$(156.56音分)，最接近测音数据，但比率关系较复杂($\frac{117}{128}=\frac{13\cdot9}{128}$)。

之二：	筒音	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔	二孔	一孔
	$^{\#}F_5$	A_5	$^{\#}A_5$	C_6	D_6	E_6	G_6	$^{\#}A_6$
↑行	0	310	479	645	829	1052	1294	1615
相邻音分数：	310	169	166	184	223	242	321	
↓行	0	261	414	571	770	971	1208	1508
相邻音分数：	261	153	157	199	201	237	300	

七孔至三孔的音高关系为(取平均数)：

	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔
	A_5	$^{\#}A_5$	C_6	D_6	E_6
实测相对音高音分数：	0	161	322	513	725
相对波长：	1	$\frac{117}{128}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{21}{32}$
理论音高音分数：	0	156	316	498	729
校　正　值：		+5	+6	+15	-4

七孔至三孔音阶构成：羽　↑清羽[2]　宫　商　↑角

这个表阶可以建立连比：384 ：351 ：320 ：288 ：252

384–351	351–320	320–288	288–252
33	31	32	36

这个数列反映在管乐器上，前四孔之间是较为均匀的。

之三：

	筒音	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔	二孔	一孔
	G_5	A_5	B_5	C_6	D_6	E_6	G_6	A_6
↑行	0	181	323	460	673	868	1127	1408
相邻音分数：	181	142	137	213	395	259	281	
	$^{\#}F_5$	A_5	B_5	C_6	D_6	E_6	G_6	A_6
↓行	0	268	428	573	760	953	1194	1482
相邻音分数：	268	160	145	187	193	241	288	

七孔至三孔的音高关系为(取平均数)：

	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔
	$A_5^{\#}$	A_5	C_6	D_6	E_6
实测相对音高音分数：	0	151	292	492	686
相 对 波 长：	1	$\frac{11}{12}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{27}{40}$
理论音高音分数：	0	151	294	498	680
校 正 值：		±0	-2	-6	+6

七孔至三孔音阶构成：羽 ↓变宫 宫 商 ↓角

之四：

	筒音(大)	七孔(小)	七孔	六孔	五孔	四孔	三孔	二孔	一孔
	$^{\#}F_5$	$^{\#}G_5$	A_5	B_6	C_6	D_6	E_6	A_6	$^{\#}F_6$
↑行	0	246	319	470	593	779	986	1233	1494
相邻音分数:	246	73	151	123	186	207	247	261	
	$^{\#}F_5$	A_5		B_5	C_6	D_6	E_6	G_6	A_6

↓行	0	164	270	435	582	762	962	1218	1435
相邻音分数:	164	106	165	147	180	200	256	217	

这组数据上行和下行的差异较大，形成了很不一样的音阶样式，不能简单取平均数来处理，只能分开表述。上行时，七孔至三孔的音高关系为：

	(大)七孔	六孔	五孔	四孔	三孔
	$^{\#}G_5$	B_5	C_6	D_6	E_6
实测相对音高音分数:	0	224	347	533	740
相 对 波 长:	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{36}{55}$
理论音高音分数:	0	231	347.41	536.99	743.73
校 正 值:		-7	±0	-4	+5

下行时，七孔至三孔的音高关系为：

实测相对音高音分数:	0	271	418	598	798
相 对 波 长:	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{32}{45}$	$\frac{256}{405}$
理论音高音分数:		267	407.8	590.21	794.11
校 正 值:		+4	+10	+8	+4

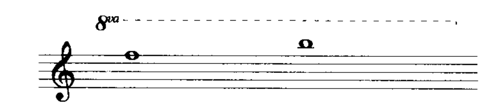
这不是一个独立的调式音阶，前三孔发出的音含非典型中立音五度相生律大三度三音组；

后三孔连比关系为10(32×10)∶9(32×9)∶8(32×8)，可写为：(10∶9∶8)×$\frac{1}{32}$。后三个音形成小全音在下方的纯律大三度三音组，这样的归纳似乎更合乎测音数据所体现的音高实际。

贾湖骨笛似乎有一个较为稳定的音阶：羽 ↓变宫 宫 商 角。最后一组商音半升，更像是抽取两段谐音列叠加而成，体现出

先民的音律意识是以谐音列为基础的。

2. 半坡一音孔陶埙[3]



频　率：1431.2Hz　　1742.8Hz

音分数：2942cent　　3283cent　相邻音分数341音分

相对波长：　　$\frac{32}{39}$（342.48音分）

两音相邻音分差为341音分。在已发表的研究结论中，这个音程关系被分析为小三度（相对波长为$\frac{5}{6}$，计316音分），并被称为"最早的'小三度'"，属新石器晚期，距今六千七百年左右。但341音分与中立三度$\frac{32}{39}$（342.48音分）不到2音分之差。在第二章里，我们曾经通过公式计算出这个微差是不为人耳所觉察的，所以说，半坡一音孔埙的音程关系更合中立三度而非小三度。

3. 山西万荣瓦渣斜一孔埙[4]（仰韶文化，距今约六千年）

闭孔音和一孔音的音程关系为：

闭孔音	一孔音	音分数	相对波长	理论音高	音程
C_6+18	E_6-42	340音分	$\frac{32}{39}$	342.48	中立三度

4. 山西万荣瓦渣斜二孔埙[5]

指　孔：	指孔0	指孔1或2	指孔1+2
实测绝对音高：	E_5-40	B_5-3	D_6+22

$$135 : 90 : 88 : 81$$

$$\frac{3}{2} \quad \frac{88}{81}$$

$$\frac{5}{3}$$

相对音高:	0	737	1062
理论音高:	0	740.86	1061.43
相对波长:	1	$\frac{88}{135}$	$\frac{13}{24}$

这个半增五度的变迁途径是:

纯律小六度 - 中二度 = 一种半增五度

$$\frac{3}{5} \times \frac{88}{81} = \frac{88}{135}$$

884.36 - 143.50 = 740.86音分

或纯五度乘以跃迁算子$\frac{44}{45}$,即:

$$\boxed{\frac{2}{3} \boxed{\times \frac{44}{45}} = \frac{88}{135}}$$

这个两孔埙可发出半增五度和中七度的音程。

5. 山西襄汾陶寺埙[6]

指孔:	指孔0	指孔1	指孔2	指孔1+2
实测绝对音高:	$^{\#}C_6+24$	$^{\#}F_6-24$	$^{\#}F_6-50$	$^{\#}G_6+46$
相对音高:	0	452	426	722
相对波长:	1	$\frac{7}{9}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{2}{3}$
理论音高音分数:	0	435	435	702
校正值:		+17	-9	+20

此埙形成如下音列：

音列：	宫		↑角		↑角		徵
连比：	9	：	7		：		6
相对波长：	1		$\frac{7}{9}$				$\frac{2}{3}$

指孔1、指孔2为同音级，音高误差也是在调式听觉许可范围内的。

这枚埙可以得到一个不太准的纯五度，中间的三度音可与上方音形成一个近似五度相生小三度。

6. 火烧沟陶埙[7]（大致与夏代相当，火烧沟陶埙采集品）

指孔：	0	1或2	3	1+3或2+3	1+2	1+2+3
绝对音高：	B_4+5	$^bE_5$+28	$^bE_5$+30	$^bG_6$+21	$^bG_6$+45	$^bA_6$+44
相对音高：	0	423	425	716	740	939
相对波长：	1	$\frac{25}{32}$	$\frac{25}{32}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{88}{135}$	$\frac{32}{55}$
理论音高：	0	427		702	741	938
校正值：		−4	−2	+14	−1	+1
音列为：	宫	↑角		徵	↑徵	↑羽

这枚三孔埙可以奏出四声音列，似乎是五声音阶缺商音，羽音偏高，与半升徵成五度律大二度。

↑羽音来源于 $\frac{3}{5} \times \frac{32}{33} = \frac{32}{55}$　↑徵来源于 $\frac{2}{3} \times \frac{44}{45} = \frac{88}{135}$

7. 火烧沟陶埙[8]（器物编号M226）

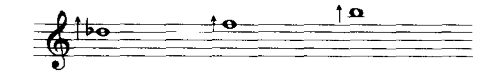
指孔：	0	1或2	3	1+3或2+3	1+2	1+2+3
绝对音高：	$^\#C_5$+21	F_5−37	F_5−7	$^\#G_5$−16	$^\#G_5$−37	$^\#A_5$−31
相对音高：	0	342	372	663	642	848

相对波长：	1	$\frac{32}{39}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{351}{512}$	$\frac{243}{352}$	$\frac{27}{44}$
理论音高：	0	342.48	386.31	653.61	641.54	845.45
借用唱名：	So	↑^{b}Si	Do	↓Rai	↓Rai	↓Mi

第二节

殷代编钟、编磬测音数据分析

1.故宫殷钟[9]（现藏故宫博物院）

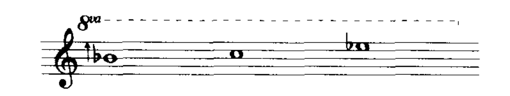


频率：	562.2Hz		688.4Hz		915.7Hz
音分数：	1324		1675		2169
相对音高：	0		351		845
理论音高Ⅰ：	0		354.55		852.59
相对波长Ⅰ：	1		$\frac{22}{27}$		$\frac{11}{18}$
相邻音级音程系数：	|	$\frac{27}{22}$	|	$\frac{4}{3}$	|
连比关系：	54	：	44	：	33
理论音高Ⅱ：	0		354.55		845.45
相对波长Ⅱ：	1		$\frac{22}{27}$		$\frac{27}{44}$
阶名：	徵		↑清羽		↑角

这套编钟的音程关系很难用现知的音阶序列来解释，若简单地理解为是听觉误差，为什么后两音之间的纯四度如此精确，而

三度却差那么多？从前一节新石器时期大量建立在第7谐音、第11谐音和第13谐音上的中立音程看，这套编钟通过冶炼工艺留下的这个音阶序列，或许正反映了先民的听觉习惯和音响观念。

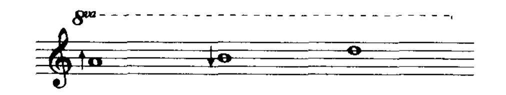
2. 故宫殷磬[10]



	永启：		天余：		永余：
频率：	948.6Hz.		1046.5Hz.		1278.Hz.
实测音高音分数：	2230		2400		2747
相对音高音分数：	0		170		517
相邻音差：		170		347	
相对波长：	1		$\frac{220}{243}$		$\frac{20}{27}$
理论音高音分数：	0		172.14		519.55
相邻音级音程系数：	|	$\frac{243}{220}$	|	$\frac{11}{9}$	|

这像是一个纯律宽四度框架内较大的中二度+中三度。

3. 安阳殷钟“执钟”[11]



频率：	896.42Hz.	962.42Hz.	1179.4Hz
实测音高音分数：	2132	2255	2607
相对音高：	0	123	475
理论音高：	0	128.30	470.78

相对波长:	1		$\frac{13}{14}$		$\frac{16}{21}$
相邻音级音程系数:	|	$\frac{14}{13}$	|	$\frac{39}{32}$	|
连比关系:	42	:	39	:	32

这套编钟的音列关系参照殷磬,可以折中为:

理论音高:	0		150.64		498.05
相对波长:	1		$\frac{11}{12}$		$\frac{3}{4}$
连比关系:	12	:	11	:	9
阶名方案:	徵		↓羽		宫

第三节

西周编甬钟、编磬测音数据分析

1. 陕西宝鸡竹园沟三件一组编钟[12]

又见陕西強伯各墓钟[13]西周早期,这是中原地区最早的编甬钟。

表十八

标本号		BZM7：12	BZM7：11	BZM7：10
正鼓音	音高	B_4-44	$^bE_5$+26	B_5+31
侧鼓音	音高	D_5+9	G_5+8	E_6-45
音程值(以音分数表示)		353音分	418音分	424音分
相对波长		$\frac{9}{11}$或$\frac{22}{27}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{25}{32}$
理论音高音分数		347/355	408	427
校正值		+6或-2	+10	-3
阶 名		徵	宫	
		↑清羽	角	

第1枚钟正、侧鼓音为中立音程关系。第3枚钟可能由于音区太高，误差较大，不入音列。这套编钟的正、侧鼓音可以组合为如下音阶：

音　名：	B_4	D_5	$^bE_5$	G_5	B_5	E_6
唱　名：	So	↑^{b}Si	↓Do	↑^{b}Mi	(↑)So	Do
相对音高：	0	353	470	852	1274	499(+1200)
相对波长：	1	$\frac{13}{16}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{11}{18}$		

2. 陕西扶风黄堆4号墓钟[14]

西周早期，1980年于陕西扶凤县黄堆村出土。

此墓早年被盗，钟为盗后残留器物，可能为一组编钟之一件，现藏地为陕西周原博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
80FHM4:9	c^3+46	e^3+2	356音分	$\frac{13}{16}$或$\frac{22}{27}$	359.46或 354.55

3. 陕西凤翔东关钟[15]

西周早期，1982年10月陕西凤翔县城东关出土，现藏宝鸡市博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
宝2762. IA5∶3	f^2+18	a^2-36	346音分	$\frac{9}{11}$	347.41

4. 二式痶钟（4件）[16]

西周中期，1976年12月15日陕西扶风庄白一号西周青铜器窑藏出土。

表十九

标本号		76FZH1∶29	76FZH1∶10	76FZH1∶9	76FZH1∶32
正鼓音	音高	G-9	#a-12	d^1-24	g^1-20
侧鼓音	音高	B+33	d^1-27	f^1-8	#a+20
音程值（以音分数表示）		442音分	385音分	316音分	340音分
相对波长		$\frac{128}{165}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{32}{39}$
理论音高音分数		440	386	316	342
校正值		+2	-1	±0	-2
阶 名		徵	清羽	商	徵
		↑变宫	商	清角	↑清羽

第1、4枚钟正、侧鼓音为中立音程关系。这套编钟可以组成如下音阶：

	徵	清羽	↓宫	商	清角	徵
	0	297	442	682	1001	1189
相对波长Ⅰ：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}$
理论音高Ⅰ：	0	294	435	702	1018	1200

相对波长Ⅱ： 1 $\frac{27}{32}$ $\frac{128}{165}$ $\frac{128}{189}$ $\frac{5}{9}$ $\frac{1}{2}$

理论音高Ⅱ： 0 294 440 675 1018 1200

5. 三式疾钟(6件)[17]

表二十

标本号		76FZH1：8	76FZH1：30	76FZH1：16	76FZH1：33	76FZH1：62	76FZH1：65
正鼓音	音高	a^1-49	$^\#a^1\pm0$	d^2+42	g^2+17	d^3+60	g^3-22
侧鼓音	音高	c^2-15	$^\#c^2+43$	f^2+38	$^\#a^2+44$	$^\#f^3+11$	b^3-8
音程值(以音分数表示)		334音分	343音分	296音分	327音分	351音分	414音分
相对波长		$\frac{9}{11}$ $\frac{33}{40}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{22}{27}$ $\frac{9}{11}$	$\frac{64}{81}$
理论音高音分数		347/333	347	294	316	355/347	408
校正值		-13/+1	-4	+2	+11	±4	+6
阶 名		羽	↓变宫	商	↑徵	变角	徵
		宫	商	清角	变宫	↑徵	变宫

表中第1、2、5枚钟正、侧鼓音为中立音程关系。

前三钟音列为： La ↓Si ↓Do Rai $^\#$Rai Fa ↑So(第4钟正鼓音)

相对音高： 0 149 334 487 591 887 1066

相对波长： 1 $\frac{11}{12}$ $\frac{33}{40}$ $\frac{3}{4}$ $\frac{32}{45}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{13}{24}$

理论音高： 0 151 333 498 590 884 1061

6. 五式疾钟(3件)[18]

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
76FZH1：61	$^b a+51$	c^1-20	<u>329音分</u>	$\frac{33}{40}$	333.04
76FZH1：66	d^1+48	f^1-17	<u>235音分</u>	$\frac{7}{8}$	231.17

76FZH1：63	f^1+28	a^1-11	<u>361音分</u>	$\frac{13}{16}$	359.46

这3件钟没有一个完整的音阶结构，但每钟双音关系都不在五度相生律和纯律范围，第1钟可以认为是纯律小三度（$\frac{5}{6}$）偏高，第3钟则不能以偏高解释。

7. 六式疾钟（2件）[19]

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
76FZH1：60	a^1+49	$^{\#}c^1$-4	<u>347音分</u>	$\frac{9}{11}$	347.41
76FZH1：58	d^2+24	f^2+73	<u>349音分</u>	$\frac{9}{11}$	

这2枚钟的正、侧鼓音完全是中立三度关系，可以看出这两枚钟四音之间的关系为：

音　　阶：	La	↑Do	Rai	Fa
相对音高：	0	347	475	824
相对波长：	1	$\frac{9}{11}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{5}{8}$
理论音高：	0	347	470	814

8. 眉县杨家村乙组甬钟（4件）[20]

西周中期，1985年8月26日陕西眉县马家镇杨家村西周青铜器窑藏出土。现藏眉县图书博物馆（乙组Ⅰ——Ⅳ号）。

表二十一

标本号	乙组Ⅰ号	乙组Ⅱ号	乙组Ⅲ号	乙组Ⅳ号
正鼓音	d^1-3	#a+34	g^1-13	#g^3-4
侧鼓音	f^1+37	d^1-14	#a^1+35	b^3+33
音程值(以音分数表示)	340音分	352音分	348音分	337音分
相对波长	$\frac{32}{39}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{33}{40}$
理论音高音分数	340	355	347	333
校正值	±0	-3	+1	+4
阶 名	↑清角	商	↑清羽	宫
	羽	↑清角	商	↓角

这套钟每枚正、侧鼓音皆为中立音程关系。

从音阶序列来看乙组Ⅱ号应在乙组Ⅰ号前边，音列如下：

音　　名：#a+34　d^1-14　f^1+37　g^1-13　#g^3-4　#a^1+35　b^3+33

阶　　名：商　↑清角　羽　↑清羽(↓)宫　商

相对音高：0　352　703　853　962　1201

前三音组之五度框架为：

商　↑清角　羽

连　　比：27 ∶ 22 ∶ 18

相对波长：1　$\frac{22}{27}$　$\frac{2}{3}$

理论音高：0　355　702

后段音列为：

羽　↑清羽　宫　商

连比为：84 ∶ 77 ∶ 72 ∶ 63

12 ∶ 11 ∶ 9

相对波长：1　$\frac{11}{12}$　$\frac{6}{7}$　$\frac{3}{4}$

理论音高：0　151　267　498

从测音数据看，本套钟应为8件，现缺1、5、6、7，这或许是解释乙组Ⅳ号不入音列的原因。

9. 眉县杨家村丙组甬钟（4件）[21]

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
丙组Ⅰ号	f^1-20	$^{b}a^1+53$	373音分	$\frac{80}{99}$	368.91
丙组Ⅱ号	$^{b}b^1+50$	$^{b}d^2+45$	295音分	$\frac{27}{32}$	294.14
丙组Ⅲ号	f^1+30	$^{b}a^3+62$	<u>332音分</u>	$\frac{33}{40}$	333.04
丙组Ⅳ号	b^3+8	d^4-22	<u>270音分</u>	$\frac{6}{7}$	266.87

从测音结果得知，丙组编钟应为8件，现缺1、2、5、6钟。因为残存之钟不成组，故不分析音阶序列，但这4枚钟有2枚正、侧鼓音关系超出已知律制，其在音列中的位置该如何判断，现未可知。

10. 扶凤北桥钟甲[22]

西周中期。1972年12月9日陕西扶风北桥村西周窑藏出土，现藏扶风县博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高
总0049, F七二•463	$^{\#}a^1+35$	d^2-11	<u>354音分</u>	$\frac{22}{27}$	354.55

11. 扶凤豹子沟宣王时期南宫乎钟[23]

西周中期。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高
F七九910	B_4-14	D_5+29	<u>343音分</u>	$\frac{32}{39}$	342.48

12. 扶风齐家村窑藏八件一组中义钟[24]

西周晚期。

表二十二

标本号	60.0.187	60.0.182	60.0.188	60.0.189	60.0.183	60.0.184	60.0.185	60.0.186
正鼓音	$^{\#}G_3$-20	B_3-2	$^{\#}D_4$-35	$^{\#}G_4$-51	$^{\#}D_5$-10	$^{\#}G_5$-5	$^{\#}D_6$±0	$^{\#}G_6$-43
侧鼓音	C_4+40		$^{\#}F_5$-15	B_4-8	$^{\#}F_5$+7	B_5+40	$^{\#}F_6$+10	B_6-40
音程值(以音分数表示)	460		320	343	317	345	310	303
相对波长	$\frac{16}{21}$		$\frac{5}{6}$	$\frac{32}{39}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{9}{11}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{6}$
理论音高音分数	471		316	343	316	347	316	316
校正值	-11		+4	±0	+1	-2	-6	-13
阶名	徵	清羽	商	徵	商	徵	商	徵
	↓宫		清角	↑清羽	清角	↑清羽	清角	清羽

从表格中可见有3枚钟正、侧鼓音为中立音程关系。

第2钟缺侧鼓音，按规律，应为商音，此套钟的音列为：

徵　↑清羽　宫商　清角

13.井人妄钟[25]

西周晚期。1966年冬陕西扶风县齐镇村东西周青铜器窑藏出土，现藏周原博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
宝6403号	$^{\#}g^1$-38	b^1+6	344音分	$\frac{32}{39}$	342.48

14. 扶风齐家村钟乙[26]

西周晚期。1966年陕西扶风县齐家村西周窑藏出土，现藏扶风县博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
总0090，T0120	#a-3	b+50	153音分	$\frac{11}{12}$	150.64

15.云纹钟[27]

西周中期。拣选，现藏上海博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
39716	d^2+10	#f^2-40	350音分	$\frac{9}{11}$	347.41

16.云纹钟[28]

西周中晚期。现藏武汉市文物商店。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
4543	d^2+55	#f^2+14	359音分	$\frac{13}{16}$	359.46

17.克钟[29]

西周。现藏天津市艺术博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
59.3.151	g^1+24	b^1-16	360音分	$\frac{13}{16}$	359.46

18.鲁邍(yuán)钟[30]

西周晚期。拣选，现藏上海博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
244313	d^2+46	#f^2-1	353音分	$\frac{22}{27}$	354.55

如此之多单枚钟正、侧鼓音为中立三度音程关系，不能说是制作上的偶然错误，成套编钟组成的音列中的中立三度和单枚钟的中立三度双音共同说明，有充分理由相信当时人们有着对中立

音程的听觉爱好。

第四节

春秋、战国乐器测音数据分析

1. 龙纹钟[31]

春秋早期。接管,现藏上海博物馆。

正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高
d^1+18	$^\#f^1$-43	339音分	$\frac{33}{40}$	333.04

2. 河南新郑郑墓出土九件一组编钟[32]

春秋中期,今有6件。

表二十三

标本号		1	2	3	4	5	6
正鼓音	音高	D_4+1	F_4-14	G_4-45	$^bB_4$-10	C_5-18	D_5-32
侧鼓音	音高	F_4-48	$^bA_4$+20	$^bB_4$-27	C_5+28	$^bE_5$+12	F_5±0
音程值(以音分数表示)		251	334	318	238	330	332
相对波长		$\frac{13}{15}$ $\frac{6}{7}$	$\frac{33}{40}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{33}{40}$	$\frac{33}{40}$
音分数		248/267	333	316	231	333	333
校正值		+3/-16	+1	+2	+3	-3	-1

此套编钟之正鼓音形成音列:

D_4+1	F_4-14	G_4-45	$^bB_4$-10	C_5-18	D_5-32
羽	宫	↓商	清角	徵	羽

	0	285	452	889	1081	1167
相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{10}{13}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$
理论音高：	0	294	454.22	906	1088	1200
校正值：		-9	-2	-17	-7	-33

这套钟除了可以形成一个缺角音、有清角、含中立音的音列，徵音合纯律大七度规范，高八度羽音偏差较大。6枚钟中倒有3枚的正、侧鼓音为中立音程关系。

3. 山西侯马上马村晋墓(M13)九件一组编钮钟[33]

春秋中晚期。

表二十四

钟号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
正鼓音	音高	G_4+45	/	/	D_5+45	E_5+35	A_5+30	D_6+60	E_6+50	A_6+50
侧鼓音	音高	/	/	/	$^{\#}F_5$+5	G_5+50	C_6+42	$^{\#}F_6$+20	G_6+80	C_7+60
音程值(以音分数表示)		/	/	/	360	315	312	360	330	310
相对波长		/	/	/	$\frac{22}{27}$ $\frac{13}{16}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{22}{27}$ $\frac{13}{16}$	$\frac{33}{40}$	$\frac{5}{6}$
音分数		/	/	/	355/359	316	316	355/359	333	316
校正值		/	/	/	+5/+1	-1	-4	+5/+1	-3	-6

第4、7、8钟的正鼓音与侧鼓音都是中立三度音程，如以1号钟为宫音，4号钟以上有完整的音阶系列：

序号：一　二　三　四　五　六　七　八　九

音阶：宫　(商)　(清角)　徵　羽↓变宫　宫　商　清角　徵　羽↓变宫　宫　商　清角

这里显示的音阶与河南新郑编钟相似，都是缺角音而有清角

音，但又多了↓变宫，三晋与陕北地区民歌多有七声而缺角音（民间所说的“绝工”），或许便是这古音惊人稳定的沉淀。

4. 山西侯马上马村晋墓（M13）编磬七件[34]

与侯马钟同墓出土的这套编磬，原为10件，现存7件，其余过于破碎，不可修复。此磬编列中的音正好与编钟之音列比照。原文本用谱例表示，本文以绝对音高之音名转写，用表格图示：

表二十五

标本号	S1301	S1302	S1303	S1304	S1305	S1306*	S1307
音高	e^2	g^2	$^\#g^2(a^2)$	c^3	d^3	$^\#g^3(a^2)$	c^4
频率(Hz)	658.87	797.69	(843.18)	1064.8	1188.3	(1708.9)	2134.5
音分	1599	1930	(2026)	2430	2620	2827	3634
阶名	角	徵	(羽)	宫	商	角	宫
相对音高	0	341	537	941	1131	1338	2148
相邻音差	341	196	404	190	207	807	

黄翔鹏先生在《新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》[35]一文中参照陕县磬判断S1306号磬为羽。

此磬之音列与编钟有所不同，有角而无清角，是一个普通的五声音阶，但角、徵之间是一个中立三度，$\frac{32}{39}$(342.48音分)。

5.河南淅川下寺楚墓九件一组编钮钟[36]

春秋中晚期。

此套编钟之正鼓音所显示的音列为：徵、清羽、宫、商、清角，恰合俗乐音阶的五声音阶，无角、羽而有清角、清羽。第3、4、6钟正鼓音与侧鼓音之间超出已知律制规范，为中立音关系。

表二十六

标本号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
正鼓音	音高	D_5+37	E_5+29	G_4-27	A_5±0	B_4±7	E_6-25	A_6±0	B_6+14	E_7+54
侧鼓音	音高	$^{\#}F_5$+35	$^{\#}G_5$+43	B_4+7	$^{\#}C_6$-45	D_6+17	G_6+35	$^{\#}C_7$+17	$^{\#}D_7$+8	G_7-19
音程值（以音分数表示）		398	414	434	355	310/324	360	417	394	227
相对波长		$\frac{4}{5}$ $\frac{64}{81}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{22}{27}$ $\frac{13}{16}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{4}{5}$ $\frac{64}{81}$	$\frac{7}{8}$ $\frac{8}{9}$
音分数		386/408	408	435	355	316	355/359	408	386/408	231/204
校正值		+12/-10	+6	-1	±0	-6/+8	+5/+1	+9	+8/-14	-4/+23
阶名		清角	徵	清羽	宫	商	徵	宫	商	徵

6. 河南下寺楚墓（M2）九件一组编钟[37]

春秋晚期。

表二十七

钟号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
正鼓音	音高	$^{\#}C_4$-21	E_4+40	$^{\#}F_4$-49	$^{\#}G_4$-15	$^{\#}A_4$-48	B_4+46	$^{\#}D_5$-37	E-18	$^{\#}F_5$-40
侧鼓音	音高	F_4-34	$^{\#}G_4$+41	A_4+6	B_4-36	$^{\#}C_5$-32	$^{\#}D_5$+30	$^{\#}F_5$-32	$^{\#}G_5$-49	$^{\#}A_5$-13
音程值（以音分数表示）		387	401	355	279	316	384	305	369	427
相对波长		$\frac{4}{5}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{64}{75}$ $\frac{6}{7}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{6}$ $\frac{27}{32}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{25}{32}$
音分数		386	408	355	275/267	316	386	316/294	359	427
校正值		-1	-7	±0	+4+12	±0	-2	-11/+11	+10	-8
阶名		↑清角	羽	清羽	↑宫	商	角	↑徵	羽	清羽

此套编钟正鼓音之间形成如下音阶：

	E_4+40	$^{\#}F_4-49$	$^{\#}G_4-15$	$^{\#}A_4-48$	B_4+46	$^{\#}C_5-21$	$^{\#}D_5-37$
	羽	清羽	↑宫	商	角	↑清角	↑徵
相对音高：	0	111	345	512	706	839	1023
相对波长：	1	$\frac{15}{16}$	$\frac{32}{39}$	$\frac{20}{27}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{8}{13}$	$\frac{36}{65}$
理论音高：	0	111.73	342.48	519.55	701.95	840.53	1022.93

第3、8、9等钟的正、侧鼓音超出已知律制规范，皆为中立三度。

7.邳州九女墩3号墓编钮钟(九件)[38]

春秋晚期。现藏邳州市博物馆。

表二十八：邳州九女墩3号墓编钮钟测音结果及分析

钟号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
正鼓音	音高	$C^{2}+45$	$^{\#}d^{2}-48$	$^{\#}f^{2}+21$	$^{\#}g^{2}+13$	$^{\#}a^{2}+5$	$^{\#}d^{3}+3$	$^{\#}a^{3}-46$	$^{\#}a^{3}+29$	$^{\#}d^{4}+32$
	频率	537	605	750	837	935	1247	1713	1890	2535
侧鼓音	音高	$^{\#}d^{2}+44$	$f^{2}+12$	$^{\#}g^{2}+49$	$c^{3}-2$	$^{\#}c^{3}-2$	$g^{3}-45$	$^{\#}c^{4}+49$	$d^{4}-17$	$a^{\#}+48$
	频率	638	703	854	1053	1107	1527	2281	2325	3619
音程值(以音分数表示)		299	260	228	385	293	352	495	354	616
相对波长		$\frac{27}{32}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{22}{27}$	$\frac{45}{64}$
理论音高		294	267	231	386	294	355	498	355	610
校正值		+5	−7	−3	−1	−1	−3	−3	−1	+6
阶名		徵	羽	宫	商	角	羽	↑商	角	羽
		清羽	↑变宫	商	变徵	徵	↑宫	徵	徵	↑商

这套编钟正鼓音之间有一个明确的宫、商、角、徵、羽五声音阶，并被侧鼓音补充证明。第2、3、6、8等钟的正、侧鼓音都超出已知律制的规范，有中立音程关系。

这套钟四个变音中缺清角：

徵 羽 清羽 变宫 宫 商 角 变徵 徵

8.者减钟[39]

现藏上海博物馆。

表二十九

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
26903	$^{\#}c^3$-21	e^3+22	343音分	$\frac{32}{39}$	342.48

9. 逦儿钟[40]

春秋晚期后段徐国制，现藏故宫博物院。

10.信阳春秋末期编钟

表三十

正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长	理论音高音分数
F_5-22	$^{b}A_5$+47	367音分	$\frac{13}{16}$	359.46

这套1957年出土的编钟，由于当时没有测侧鼓音，所以是个不完全的音列。杨荫浏先生在发表于1958年的文章《信阳出土春秋编钟的音律》中把音高相差50音分以上者称为“大高”或“大低”，50音分以下者称为“略高”或“略低”，而在1982年的《三律考》中则坦率地自我批评并称“透露出↑4音的消息”。过去诸学者的分析，是以已知律制为参照标准，所以忽略了这个音列中的中立音。根据杨先生1959年那篇文章中提供的数据，我们再重新审视这个音列关系[41]。

表三十一

钟号	频率(Hz)	音分数(cent)	第一钟为0音分各钟音高	音程	理论音高音分数
1	506.6	5944	0		
2	541.39	6059	115	纯律大半音	111.73
3	605.59	6253	309	纯律小三度	315.64
4	726.86	6569	625	纯律减五度	609.78
5	810.23	6757	813	纯律小六度	813.69
6	907.88	6954	1010	纯律小七度	1017.60
7	978.11	7083	1139	27∶14的半增七度	1137.04
8	1088.4	7268	1200+124	纯律大半音	111.73
9	1209.1	7450	1200+306	纯律小三度	315.64
10	1477.4	7797	1200+653	512∶351的半减五度	653.61
11	1645	7983	1200+839	13∶8的中六度	840.53
12	1812.6	8151	1200+1007	纯律小七度	1017.60
13	2353.4	8603	2400+259	7∶6的特小三度或 64∶55的半增二度	266.87 262.37

从表中可以看出第8钟至第12钟是第1钟至第6钟音列的高八度，但高八度的这一组含半减五度和中立六度，前一组则含半增七度，第13钟是个半增二度。从现在大量出土乐器的测音数据来看，这套编钟的中立音程并不是孤立的，它们和本文所罗列的其它编钟、磬、埙、骨笛等一起反映着先民对谐音的认识及运用，反映着先民的听觉习惯。

11.湖北江陵纪南楚国彩绘石磬二十五石[42]

战国时期，藏湖北博物馆。

原文本用谱例表示，此处转写成音名，用表格图示。因不知原来的分组，故不按编号，以音高顺序排列，便于观察其音阶。

表三十二

磬号	2	1	3	4	5	6	7	14
音高	$^{\#}D_4+25$	E_4+18	$^{\#}G_4-11$	$^{\#}G_4+18$	$^{\#}G_4+21$	B_4-21	B_4-16	$^{\#}C_5-16$
相对音高	-93	0	371	400	403	661	666	866
相对波长	$\frac{256}{243}$	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{15}{22}$	$\frac{15}{22}$	$\frac{11}{18}$
理论音高音分数	-90	0	386	408	408	663.06	663.06	852.59
阶名	变宫	宫	角(纯)	角(五)	/	↑变徵	/	↓羽

续表

磬号	10	9	8	11	12	13	15	17
音高	$^{\#}C_5+32$	$^{\#}C_5+40$	$^{\#}C_5+47$	D_5-48	D_5-18	D_5-18	$^{\#}F_5-47$	$^{\#}G_5+45$
相对音高	914	922	929	934	964	964	1200 +135	1200 +427
相对波长	$\frac{16}{27}$	$\frac{44}{75}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{12}{13}\frac{25}{27}$	$\frac{25}{32}$
理论音高音分数	905.86	923.25	933.13	933.13	968.83	968.83	139/133	427.37
阶名	羽(五)		—	↑羽	↑羽	—	↓商	↑角

续表

磬号	18	16	19	20	21	24	22	23	25
音高	B_5-20	$^{\#}C_6\pm0$	D_6+4	$^{\#}F_6-40$	$^{\#}F_6+47$	A_6-34	A_6+43	B_6+43	?
相对音高	1200 +662	1200 +882	1200 +986	2400 +142	2400 +229	2400 +448	2400 +525	2400 +725	
相对波长	$\frac{15}{22}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{12}{13}\frac{81}{88}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{99}{128}$	$\frac{48}{65}$	$\frac{21}{32}$	
理论音高音分数	663.06	884.36	996.09	139/151	231.17	444.78	524.89	729.22	
阶名	↑变徵	羽(纯)	清羽	↓商	↑商	↑角	↑清角	徵	

1至10号磬形成：	（变宫）	宫	角	↑变徵	羽
理论音高音分数：	-90.23	0	386.31	663.06	905.86
相对波长：	$\frac{256}{243}$:	1 :	$\frac{4}{5}$:	$\frac{15}{22}$:	$\frac{16}{27}$
相邻音级音程系数：	| $\frac{256}{243}$	| $\frac{5}{4}$	| $\frac{88}{75}$	| $\frac{405}{352}$	
相邻音级音差数：	90.23		386.31	276.75	242.80

可见这是一个不同于三分损益律或纯律的序列关系；

15至19号磬形成：	↓商	↑角	↑变徵	羽	清羽
理论音高音分数：	133.24	427.37	663.06	884.36	996.09
相对波长：	$\frac{25}{27}$:	$\frac{25}{32}$:	$\frac{15}{22}$:	$\frac{3}{5}$:	$\frac{9}{16}$
相邻音级音程系数：	| $\frac{32}{27}$	| $\frac{55}{48}$	| $\frac{25}{22}$	| $\frac{16}{15}$	|
相邻音级音差数：	293.91	235.68	221.30	111.73	

20至24号磬音太高，与前两组八度误差比较大，试看相邻音差关系：

序号：	20	21	24	22	23
相邻音差：	87	218	77	200	
	↓商	↑商	↑角	清角	徵

从相对音高关系来看，第21、24号磬之间有218音分，比五度相生大二度多14音分，第24、22之间77音分，比五度相生小二度少13音分，或许这两磬是不太准的商音和角音。

这套编磬已经包含了三种音阶的所有因素，甚至我们今天所称的变体音阶的部分因素，当然不能说这套编磬可以演奏三种音阶，但音位的丰富、中立音程扮演重要角色是无庸置疑的。

12. 蟠蛇纹钟[43]

战国。现藏上海博物馆。

标本号	正鼓音	侧鼓音	相邻音分数	相对波长		理论音高音分数	
15743	g^2+30	b^2-16	<u>356音分</u>	$\frac{22}{27}$	$\frac{13}{16}$	354.55	359.46

说明：用下划线表示的音程关系皆为中立音音程关系，音程性质无不与素数因子13或11或7有关。

本章小结

在新石器时期，根据谐音列取音的情况是很清楚的。早期一孔埙多显示出中立三度的关系。这些材料曾被学者们多次使用过，在论述早期音阶、音律时，这些陶埙是古老的物证。但它们大多被解释为纯律小三度。贾湖骨笛和二孔、三孔埙有符合低次谐音序列的音列。特别是贾湖骨笛第一组数据是完整典型的五度框架等差数列12：11：10：9：8；另外还有第7号谐音和第13号谐音的运用。

殷商的钟、磬主要为四度框架的等差数列，徵、↓羽、宫三音组12：11：9，徵、↑清羽、↓角三音组是个特殊的音列，也是建立在中立音程关系上54(18×3)：44(11×4)：33(11×3)，这两种三音组都没有商音。

大量西周及以后的编钟数据显示正鼓音和侧鼓音两音的基音相距多为中立三度音程，这里边的可能性有二：一为削凿时，仅凭听力判断是否纯律(大或小)三度而生的偏差(就二十四平均律350音分而言，大于小三度33音分，小于大三度37音分)；一为听觉对中立音的适应。无论这个中立三度的音程关系之出现是制作上的偶然误差抑或是听觉对中立音的认可，总之这是一

个反映在物化机制上的中立音信息，说明当时人们对三度音程有一个很宽泛的认识态度，后来民间音乐中大量运用中立音程并不是空穴来风。

古代的良工巧匠们通过烧结、镂刻、熔铸等工艺，把符合人们审美要求的音响、确定的音阶凝结在成型的陶土、石片、青铜上，让它们跨越数千载的时间隧道，为人耳重新识别，让我们惊讶先民在音律上的自由灵动。从编钟的音列来看，也令我们惊叹音阶基本结构模式与当今民间音乐实际的一致。《汉书·礼乐志》说："夫乐本情性，浃肌肤而臧骨髓，虽经乎千载，其遗风余列尚犹不绝。"[44]中立音的音乐形态底层所隐含的某种概念有着惊人稳定性，虽然史籍没有记载这种音律形式，但先秦的金石乐器却像录音设备，记录下了存在于人的精神中的物质基因，那种基于谐音经验的听觉偏爱附着于有形的乐器，经乎千载，至今"尚犹不绝"。

---

[1] 黄翔鹏《舞阳贾湖骨笛的测音研究》，原载《文物》1989年第1期；又见《中国人的音乐和音乐学》，山东文艺出版社，1997年3月第1版，第170页。

[2] 这里所谓"清羽"即被王光祈称为"闰"的音。由于"清羽"更符合这个阶名命名系统逻辑，而"闰"属于另外一个仍在讨论的乐调理论命题，在此不展开探讨。特此说明。

[3] 黄翔鹏《溯流探源——中国传统音乐研究》，人民音乐出版社，1993年2月第1版，第8页。

[4] 李纯一《先秦音乐史》，人民音乐出版社，1994年10月第1版，第29页表3。

[5] 同[4]，第29页表3。

[6] 同[4]，第29页表3。

[7] 同[4]，第31页表5。

[8] 同[4]，第31页表5。

[9] 同[3]，第18页例16。

[10] 同[3]，第18页例18。

[11] 同[3]，第18页例19。

[12] 同[4]，第80页表18。

[13]《中国音乐文物大系·陕西卷》，大象出版社，1996年11月第1版，第34页之1。

[14] 同[13]，第33页。

[15] 同[13]，第34页。

[16] 同[13]，第39页。

[17] 同[13]，第41页，出土地与二式㾍钟相同。

[18] 同[13]，第47页，出土地与二式㾍钟相同。

[19] 同[13]，第49页，出土地与二式㾍钟相同。

[20] 同[13]，第63页。

[21] 同[13]，第65页。

[22] 同[13]，第71页。

[23] 同[4]，第80页表18。

[24] 同[4]，第80页表18。

[25] 同[13]，第68页。

[26] 同[13]，第76页。

[27]《中国音乐文物大系·上海卷》，大象出版社，1996年12月第1版，第28页。

[28]《中国音乐文物大系·湖北卷》，大象出版社，1997年出版，第38页之附6。

[29]《中国音乐文物大系·天津卷》，大象出版社，1996年11月出版，第203页之6。

[30] 同[27]，第46页。

[31] 同[27]，第50页之15。

[32] 同[4]，第110页表20例2。

[33] 同[4]，第112页表21例5。

[34] 同[3]，第45页例32。

[35] 该文原载《音乐论丛》1978年第1辑、1980年第3辑，现收入作者音乐论文集《溯源探流——中国传统音乐研究》，第1—58页。

[36] 同[4]，第112页表21例6。

[37] 同[4]，第110页表20例4。

[38]《中国音乐文物大系·江苏卷》，大象出版社，1996年12月第1版，第

190页之2。
[39] 同 [27]，第50页之16。春秋晚期。
[40] 同 [4]，第112页表21例7。
[41] 杨荫浏《信阳出土春秋编钟的音律》，《音乐研究》1959年第1期，第77页。
[42] 同 [4]，第165页例3。
[43] 同 [27]，第83页。
[44]《汉书·礼乐志》第1039，《汉书·卷二十二》第四册，中华书局。

第五章

中立音赖以存在的民间乐器机制[1]

在人类文化历史上，当具有演奏旋律能力的乐器产生，音体系的历史也就开始了。以管乐器为出发点的音体系和以弦长而产生的音体系是世界范围的两种音体系，比如把不同音高的管子束在一起（或以将管子截长截短，或在管内不同部位放置填塞物以改变实际管长）的排箫和开孔的笛，以及齐特尔类乐器和长颈琉特类乐器。

“在某一文化中，音体系规定了在一件乐器上可供使用的全部的音，但只有从它们中间抽取出来的音阶才可以作为某一旋律基础的、合乎规律的选择。”[2]我们的祖先早在先秦就已使用当今乐器分类中所称的长体齐特尔类乐器——古琴、古筝和定音用的均钟、“准”等，这类乐器的弦特别长，可按的音位极多，而我们的祖先只选用了12个音级，并通过冶炼、镂刻等技术把这样的音列凝结在编钟、编磬上（均钟虽不可作为演奏用的乐器，但其结构和振动体的自然特性都符合齐特尔类的分类依据。据黄翔鹏考证，曾侯乙编钟的音高是以齐特尔类乐器均钟为准的[3]）。我们不仅有从管长、弦长而产生的音体系中抽取出的音阶，更有根据对谐音

列第3谐音的认识而产生三分损益演绎之法得出的三分损益律以及对谐音列第3、5谐音的认识而产生的琴律，即当今世界通行的五度相生律和纯律。

不过，从如今丰富的民间音乐的音律特征看，所用的音绝不止这12个音，还有大量活跃、生动的中立音现象，但律学文献却没有给我们留下任何有关的记载。所幸的是，乐器是我们可以把握的、反映音乐历史发展的有形的东西，许多民间乐器机制提供了民间音调所需的所有的音级，各种匀孔的管乐器、匀品（柱）的琉特类乐器和齐特尔类乐器——古筝、古琴为中立音的演奏提供了足够的条件，甚至有的定音乐器也设置了中立音音级。这就说明中立音在民间音乐中已不仅仅是偶而、随意地出现，它的确有完备的物质条件。

以下将对一些能够演奏中立音的乐器按照通行的H—S乐器分类体系进行描述和说明。

第一节

吹管乐器匀孔现象的律学意义

在各族民间普遍存在着管乐器匀距开孔的现象，有三匀孔、四匀孔和六匀孔等等形制，也有多孔而局部匀孔的形制。匀孔吹管从制造上来说，应该是始于最初的简单阶段，因为当人们要做笛时，首先要考虑的是以什么尺寸开孔。很显然，等分是最简单的开孔办法，人们以经验性的目测定出均匀的分隔点，或用绳索对折定出均匀的分隔点，这个办法直到今天仍被一些自然民族使用。有些少数民族仍然用这样的办法在竹管上画出墨线，再依线开孔。我们最好还是看看现仍在使用的匀孔笛的分布以及所对应

的、详细的音阶结构。

一、西安古乐中的匀孔笛

西安鼓乐是已知的与唐宋音乐有密切联系的仅存的最古老的乐种之一，其乐队编制和用律方面都非常严谨。笛子是主奏乐器(分平调笛、梅宫笛和宫调笛)，笙也必须依据笛律定音高。1992年李世斌先生曾查访到著名鼓乐艺师赵庚辰老先生收藏的一支自清代传下来的匀孔宫调笛，现在仍能追溯到的就有四代传人，赵庚辰老先生是第三代传人(1918年—)，对这支笛所作的测音结果为[4]：

唱　名：	La	↑^{b}Si	Do
孔　位：	I	II	III
音　高：	0	152	312(音分数)

以下将摘引杨荫浏先生50年代收集到的西安鼓乐几个乐社的旋律乐器匀孔笛的音位排列图[5]：

1. 南集贤东村的笛

国际音名		原为六调		相当于G调		
缓吹	急吹	缓吹	急吹	缓吹	急吹	各孔开闭情形
d^2	d^3	尺	尺	5̣	5	●●●●●●
e^2	e^3	工	工	6̣	6	●●●●●○
↑f^2	↑f^3	凡	凢	↓7̣	↓7	●●●●○○
g^2	g^3	合	六	1	1̇	●●●○○○
a^2	a^3	四	五	2	2̇	●●○○○○
b^2	b^3	一	乙	3	3̇	●○○○○○
↑c^3		上		↑4		○●●○○○
	↑c^4		仩		↑4̇	●○●●○●
d^3	d^4	尺	伬	5	5̇	○●●●●●

2.南集贤西村的笛——比东村笛低一律。

国际音名		原为六调		相当于$^{\flat}$G调		各孔开闭情形
缓吹	急吹	缓吹	急吹	缓吹	急吹	
$^{\flat}d^2$	$^{\flat}d^3$	尺	尺	$\underset{\cdot}{5}$	5	●●●●●●
$^{\flat}e^2$	$^{\flat}e^3$	工	工	$\underset{\cdot}{6}$	6	●●●●●○
$^{\downarrow}f^2$	$^{\downarrow}f^3$	凡	凢	$^{\downarrow}\underset{\cdot}{7}$	$^{\downarrow}7$	●●●●○○
$^{\flat}g^2$	$^{\flat}g^3$	合	六	1	$\dot{1}$	●●●○○○
$^{\flat}a^2$	$^{\flat}a^3$	四	五	2	$\dot{2}$	●●○○○○
$^{\flat}b^2$	$^{\flat}b^3$	一	乙	3	$\dot{3}$	●○○○○○
$^{\downarrow}c^3$		上		$^{\uparrow}4$		○●●○○○
	$^{\downarrow}c^4$		仩		$^{\uparrow}\dot{4}$	●○●●○●
$^{\flat}d^3$	$^{\flat}d^4$	尺	伬	5	$\dot{5}$	○●●●●●

3.何家营的笛与东仓的"宫调笛"——两处之笛，完全一样，但何家营称"笛"，东仓称为"宫调笛"。

国际音名		原为六调		相当于E调		各孔开闭情形
缓吹	急吹	缓吹	急吹	缓吹	急吹	
b^1	d^2	尺	尺	$\underset{\cdot}{5}$	5	●●●●●●
$^{\#}c^2$	$^{\#}c^3$	工	工	$\underset{\cdot}{6}$	6	●●●●●○
$^{\uparrow}d^2$	$^{\uparrow}f^3$	凡	凢	$^{\downarrow}\underset{\cdot}{7}$	$^{\downarrow}7$	●●●●○○
e^2	e^3	合	六	1	$\dot{1}$	●●●○○○
$^{\#}f^2$	$^{\#}f^3$	四	五	2	$\dot{2}$	●●○○○○
$^{\#}g^2$	$^{\#}g^3$	一	乙	3	$\dot{3}$	●○○○○○
$^{\uparrow}a^2$		上		$^{\uparrow}4$		○●●○○○
	$^{\uparrow}a^3$		仩		$^{\uparrow}\dot{4}$	●○●●○●
b^2	b^3	尺	伬	5	$\dot{5}$	○●●●●●

4. 城隍庙的"平调笛"——城隍庙最常用的笛(用于六、上、五三调)为"平调笛"。

国际音名		原为六调		相当于C调		
缓吹	急吹	缓吹	急吹	缓吹	急吹	各孔开闭情形
c^2	c^3	合	六	1̣	1	●●●●●●
d^2	d^3	四	五	2̣	2	●●●●●○
↓e^2	↓e^3	一	乙	↓3̣	↓3	●●●●○○
f^2	f^3	上	仩	4̣	4	●●●○○○
g^2	g^3	尺	伬	5̣	5	●●○○○○
a^2	a^3	工	仜	6̣	6	●○○○○○
↓b^2		凡		↓7̣		○●●○○○
	↓b^3		仉		↓7	●○●●○●
↑c^3	↑c^4	六	伏	1	1̇	○●●●●●

5. 城隍庙和东仓等鼓乐社的"昆调笛"或"梅管调笛"——实即全国通行的曲笛。

国际音名		原为六调		相当于C调		
缓吹	急吹	缓吹	急吹	缓吹	急吹	各孔开闭情形
a^1	a^2	四	五	5̣	5	●●●●●●
b^1	b^2	一	乙	6̣	6	●●●●●○
↑c^2	c^3	上	仩	↓7̣	↓7	●●●●○○
d^2	d^3	尺	伬	1	1̇	●●●○○○
e^2	e^3	工	仜	2	2̇	●●○○○○
↑f^2	↑f^3	凡	仉	3	3̇	●○○○○○
g^2		六		↑4		○●●○○○
	↑g^3		伏		↑4̇	●○●●○●
a^2	a^3	五	伍	5	5̇	○●●●●●

上列五调笛子的音位所用的音阶涉及如下规范：

理论音高：0　151　316　498　702　853　1018　1200（音分数）

孔　　位：I　II　III　IV　V　VI　超吹……

相对波长比：$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$

$$(12 : 11 : 10 : 9 : 8) \times \frac{1}{3} \times 2^{-2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9) \times \frac{1}{9} \times 2^{-1}$$

从12：11：10：9：8这个比例数列可看出，所谓匀孔笛，实际是在四、五度框架内的三等分或四等分，因而形成一个真数的等差数列。

潮州庙堂音乐中也用匀孔笛，由于潮州七匀孔笛可以转七个调，所以有人误以为匀孔笛是七平均律。但这是两个不同的概念。匀距反映的是真数的等差数列，是质的规定性，而平均律是指音分数的等差关系，即对数的等差关系，是对音程的大小、即量的规定。如果把七平均律所要求的对数的等差数列还原到真数（即相对波长），将得到不可理解的无理数数列，而反映到开孔距离的"真正的数"也绝不可能再是均匀的，这一点首先可以从数学理论上得以澄清。

在传统的匀孔笛上转奏七调，这对民间艺人并不是难事，只要吹孔大小适度，运用"叉口"指法和"气口"的切换，就能轻而易举地做到"七反"转调。关于这个问题，陈正生先生曾作过非常深入的研究[6]，他提出运用口唇前后移动，可以调整管端校正量以改变笛子音高。由此更可看出匀距开孔的必要性。因为把这种非常规的音高在乐器上固定下来，不涉及太难的技巧，是有利于保持这种主音上方大二度音半降（12：11）特殊中二度音程的有效措施。

二、少数民族的匀孔乐器

很多少数民族使用匀孔的吹管乐器，有全部匀孔和局部匀孔的不同形制，现罗列如下：

1. 壮族吹管乐器

奴(Nu)　又称壮笛。流行于广西隆林、西林、田林、那坡、德保、靖西、百色等地。无节的开管笛，六个匀距的按孔[7]。

音　阶：	So	La	↑♭Si	Do	Rai	Mi	↑Fa	So	La
孔　位：		I	II	III	IV	V	VI	超吹……	

相对波长：$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$

$$(12 : 11 : 10 : 9 : 8) \times \frac{1}{3} \times 2^{-2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9) \times \frac{1}{9} \times 2^{-1}$$

2. 彝族吹管乐器

直拉万亚莫[8]　又称大笛子，流行于云南省路南县、楚雄州等彝族地区。吹孔至竹节4厘米，再以这个距离从吹孔至吹孔以下均分为十一等分，在第六、七、八、九、十、十一等分处开六个按孔，第一孔至第六孔与第六孔到吹孔的距离相等。

音　阶：	Rai	Mi	↑Fa	So	La	Si	↑Do	Rai	Mi
孔　位：		I	II	III	IV	V	VI	超吹……	

相对波长：$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$

$$(12 : 11 : 10 : 9 : 8) \times \frac{1}{3} \times 2^{-2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9) \times \frac{1}{9} \times 2^{-1}$$

另外还有直拉万念莫，又称小笛子，直拉万额蒿扎，又称中笛子。

双眼巴乌[9] 又称双管巴乌，流行于云南红河蒙自、建水等地。用形制、音高相同的两管并排捆扎而成，等距离开六个按孔，音域为一个八度，一般不能超吹。

音列：	Fa	↑So	La	↑^{b}Si	Do	Rai	Mi
孔位：		I	II	III	IV	V	VI
	15 ：	13 ：	12 ：	11 ：	10 ：	9 ：	8
相对波长：	1	$\frac{13}{15}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$
理论音高音分数：		248	386	537			

大觉黑[10] 直吹开管，流行于四川凉山彝族地区。全长72厘米，开四按孔，孔距约为6厘米。

音列：	La	Do	Rai	Mi	↑So
孔位：		I	II	III	IV
	12 ：	10 ：	9 ：	8 ：	7
相对波长：	1	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{7}{12}$
理论音高音分数：					933

3. 苗族吹管乐器

展道杆[11] 流行于广西隆林、西林、田林、那坡，贵州兴义、安隆和云南富宁、广南等地。

音阶：So La ↓Si Do Rai Mi So La……

开孔情况与奴（壮笛）相同。

苗笛 主要流行在广西那坡白苗聚居区。

三匀孔苗笛 铜簧，演奏时用手指顶住一端。

音阶：	La	^{b}Si	Si	↓Do	Do	Rai	^{b}Mi	Mi	↓Fa ……
孔位：		I	II	III	超吹区……				

$$1 : \frac{15}{16} : \frac{9}{10} : \frac{13}{15} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} \cdots\cdots$$

$$(240:225:216:208:200:180)\times\frac{1}{15}\times2^{-2}$$

9 8 8

这样的孔距在视觉上完全是均匀的。第一音"La"为笛尾筒音,第五音"Do"为笛头筒音。

六匀孔苗笛 构造大体与三孔苗笛相似,管体较长,管径稍粗,开六孔。

音　　阶: La ↑^{b}Si Do Rai Mi ↑Fa So La ……

孔　　位: I II III IV V VI 超吹……

相对波长比: $1:\frac{11}{12}:\frac{5}{6}:\frac{3}{4}:\frac{2}{3}:\frac{11}{18}:\frac{5}{9}:\frac{1}{2}$

$$(12:11:10:9:8)\times\frac{1}{3}\times2^{-2}$$

$$(12:11:10:9)\times\frac{1}{9}\times2^{-1}$$

展积[12] 苗族双管,流行于广西隆林、扁牙等地。由两支大小、长短完全一致的管子组成,有哨嘴,左管有八个按孔,前七后一,背孔在六、七孔之间的对应处,右管有六个按孔都在正面。

右管音列: Do Rai ↓Mi Fa So La ↓Si……

左管音列: Do Rai ↓Mi Fa So La ↓Si Do Rai

上例的连比式完全适用于这个音列。

双唢呐[13] 流行于贵州花溪,湖南保靖、古丈、花垣等地。用两支长短、粗细、音高相同的单簧吹管并列捆绑而成。开七孔,前六后一。由于原文本没有说明开孔情况,无法列式分析,但书中介绍了双唢呐的音列为:

La Si ↓Do Rai Mi Fa So La ……

从这样的音列来看,不可能是匀孔设置,但有一孔可以发出半降音。这个非常小的三度在三匀孔苗笛也有存在,可能这个半降Do并不是孤立的。

4. 列直匹哩[14] 纳西族六匀孔直吹闭管笛。流行于云南丽江。

音　　阶：Do　Rai　↓Mi　Fa　So　La　↓Si ……

孔　　位：　I　II　III　IV　V　VI　超吹……

相对波长比：$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$

$$(12:11:10:9:8)\times\frac{1}{3}\times2^{-2}$$

$$(12:11:10:9)\times\frac{1}{9}\times2^{-1}$$

5. 笛朽箕[15] 傈僳族吹管乐器，流行于云南怒江傈僳族自治州的碧江、泸水、贡山、福贡等。有三匀孔管和四孔管，即第四孔开在第三孔的背面。

音　　阶：Do　Mi　^{b}So　La　Do……

孔　　位：　I　II　III　超吹……

相对波长比：$1 : \frac{4}{5} : \frac{7}{10} : \frac{3}{5} : \frac{1}{2}$

$$(10:8:7:6:5)\times\frac{1}{5}\times2^{-2}$$

理论音分数：　386　618　884

6. 侗笛[16] 侗族六匀孔吹管乐器，流行于湖南、贵州、广西交界的侗族地区。常用^{b}D调、F调、^{b}E调、D调，下列F调音阶：

音　　阶：Do　Rai　↓Mi　Fa　So　La　↑^{b}Si ……

孔　　位：　I　II　III　IV　V　VI　超吹……

相对波长比：$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$

$$(12:11:10:9:8)\times\frac{1}{3}\times2^{-2}$$

$$(12:11:10:9)\times\frac{1}{9}\times2^{-1}$$

还有一种可能性：

孔位：	筒音		I		II		III		IV		V		VI	超吹区
连比：	27	：	24	：	22	：	20	：	18	：	16	：	14	
相对波长比：	1	：	$\frac{8}{9}$	：	$\frac{22}{27}$	：	$\frac{20}{27}$	：	$\frac{2}{3}$	：	$\frac{16}{27}$	：	$\frac{14}{27}$	
音分数：	0		204		355		520		702		906		1137	

7. 哈尼族吹管乐器　切孛[17]　四匀孔簧管乐器，流行于云南省澜沧拉祜族自治县哈尼族爱尼人聚居区。

音列：	La		Do		Rai		Mi		↓So
			I		II		III		IV
	12	：	10	：	9	：	8	：	7
相对波长：	1		$\frac{5}{6}$		$\frac{3}{4}$		$\frac{2}{3}$		$\frac{7}{12}$
理论音高音分数：									933

8. 维吾尔族吹管乐器　巴拉曼[18]　八匀孔双簧吹管，流行于新疆和田、莎车、吐鲁番、鄯善等地。

音阶：	Do	Rai	↓Mi	↑Fa	So	↓La	♭Si	Do	Rai
孔位：		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
		208 ：	192 ：	169 ：	156 ：	144 ：	130 ：	117 ：	104
		1	$\frac{12}{13}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{9}{13}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$
理论音高音分数：			143.50	351		636.62			

以上连比的数值显示，从三孔至八孔之间是基本均匀的：

169 ： 156 ： 144 ： 130 ： 117 ： 104

每相邻数值差：　13　12　14　13　13

9. 羌族、藏族吹管　羌笛[19]　单簧双管乐器，方筒形管体，流行于四川阿霸、茂汶、黑水、理县等地。原文本未介绍开孔情况，提供音列为：

Do Rai ↓Mi Fa So La Si Do

那么，它有两种可能：

①音 列：Do Rai ↓Mi Fa So La ↓Si Do Rai

孔 位： I II III IV V VI 超吹区

$$1 : \frac{11}{12} : \frac{5}{6} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{11}{18} : \frac{5}{9} : \frac{1}{2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9 : 8) \times \frac{1}{3} \times 2^{-2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9) \times \frac{1}{9} \times 2^{-1}$$

②音 列：Do Rai ↓Mi Fa So La Si Do

孔 位： I II III IV V VI 超吹区

$$(180 : 165 : 150 : 135 : 120 : 108 : 100) \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{9} \times 2^{-2}$$

$$(12 : 11 : 10 : 9 : 8) \times \frac{1}{3} \times 2^{-2}$$

$$(30 : 27 : 25) \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{9}$$

10. 门巴人竖笛 这是西藏墨脱县一位72岁的门巴老人扎西绕登制作的[20]。全长40.7厘米，管径约1.3厘米，孔径0.5厘米，管上端外侧开两孔，被竹节隔开，外边套一个4厘米宽的兽皮，盖住上孔和下孔的一半，作为气流的导流物，正面开较为均匀的七孔。这种笛子演奏很容易，因为不需要任何口风变化，含住上端吹口，气流从第一个孔出来，被导流圈引到第二个孔内。这在乐器分类上属于带圈弗拉佐莱竖笛类，在东南亚、印度尼西亚和南、北美洲都有类似的乐器。《中国少数民族乐器志》第60页介绍了一种门巴人乐器里令，是双管乐器，和这里提到的单管竖笛属一类，只是由双管组成，而且比这件单管短很多。

音 列：	Do	Rai	Mi	↑Fa	So	La	↓Si	Do
孔 位：	筒音	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{11}{15}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{11}{20}$	$\frac{1}{2}$

连 比：$(60:54:48:44:40:36:33:30)\times\frac{1}{3}\times\frac{1}{5}\times2^{-2}$

$$(12:11:10:9)\times\frac{1}{3}\times\frac{1}{5}$$

$$(12:11:10)\times\frac{1}{5}\times2^{-2}$$

音分数： 0 182 386 537 702 884 1034 1200

这个连比结果与笛的开孔也基本吻合，第一、二孔间距大些。当然，民间还有大量匀孔吹管乐器，但就以上所列，基本上可以看出，吹管乐器匀距开孔是有数理规律可循的，我们完全可以把握这种物理现象带来的听觉效果之道理所在。

第二节

琉特类乐器的中立音

按照现在国际通行的H—S乐器分类法，弦鸣乐器族系被分为乐弓、里拉、竖琴、琉特和齐特尔五种基本类型。中国琵琶和中国胡琴都被划分在琉特类，它们又各自属于第三级分类的拨奏类和擦奏类。在拨奏类下，琵琶又被划分在民族琉特琴(Folk lutes)的拱背形类（背板浅拱圆形）；胡琴则被划分在民族提琴(Folk fiddles)的长琴颈柱脚提琴[21]。从胡琴的形制来说，这个分类标准没能把中国胡琴无指板这一重要特点涵盖进去，而无指板这一特征与其它大多数民族提琴在形态学和历史上有明显界线。在这

里我们姑且不谈起源和命名所暗含的欧洲本土文化意识问题，因为现行的划分标准并不以起源为根据，而以注重乐器形态为第二级分类标准。并且选择某乐器为该类命名也并不意味着以某乐器为宗，我们可以以开放的态度接受之。但有无指板对音律变化的影响却很不一样，是形制上的重要特征，没有被作为分类元素考虑进去，无疑是不够全面的。由于胡琴类乐器无指板的形制结构，使音波振动状态变化得到两方面因素的影响：1. 指位变化改变弦长；2. 按指的力度改变弦的张力。很显然，琉特类乐器的次级分类还缺少普适性。不过，为了术语的统一以及便于与国际间的交流比较，本文仍用这个乐器分类体系[22]，但补充以必要的说明。

一、有品琉特类乐器的中立音品位

琉特类乐器的长颈提供了丰富的音体系，有很多使用中立音的机会，它可以设品，也可以不设品。

当品位按一定的音高设置下来，便规定了确定的音列，所以发生中立音的品位是说明一个民族使用中立音非常重要的物证。

明清小工调琵琶和潮汕七律琵琶

直到20世纪50年代，民间仍在使用明清小工调四相十二品琵琶，其中七品和十一品是产生中立音的品柱。虽然由于民族乐队走管弦化道路，琵琶的品位被彻底改造成合乎十二平均律的排列，但民间仍有以个体行为保留旧有的品柱排列实例。比如在潮汕地区，当地人把买来的琵琶重新改造成七律琵琶，笔者于1993年秋曾在汕头看到一把属于一位79岁老人的琵琶，他不仅截短琴颈，重新按七律排品，还在第二相和第三相之间增加了一个附加柱，正好把第二相和第三相等距离分割，这个附加柱的音位正好产生F调重三六中的重三（↑^{b}Si）、重六（↑Fa）两音[23]。

笔者当时曾对这把琵琶进行测量，测得的全弦长和发生这几音的品位弦长，根据公式计算出如下结果：

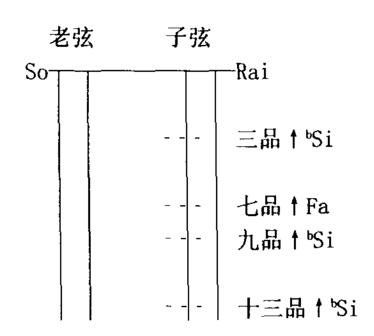
唱　名： La　　↑^{b}Si　　Do

音分数差：　160.35　176.84

陕北曲项琵琶

无相十三品，有四个品位是中立音音位，如图所示：

图示一



民间常有匀距设品的琉特类乐器，如曲项琵琶、月琴、阮、秦琴等，这种匀距只是一个把位作四等分，即五度框架内的四等分或四度框架内的三等分，涉及如下规范：

一个五度框架内的四等分：

$$3 : 2 \quad \text{作四等分}$$

$$3 : 2\frac{3}{4} : 2\frac{2}{4} : 2\frac{1}{4} : 2$$

$$= \frac{12}{4} : \frac{11}{4} : \frac{10}{4} : \frac{9}{4} : \frac{8}{4}$$

$$= 12 : 11 : 10 : 9 : 8$$

一个四度框架内的三等分：

$$4 : 3 \quad \text{作三等分}$$

$$4 : 2\frac{2}{3} : 3\frac{1}{3} : 3$$

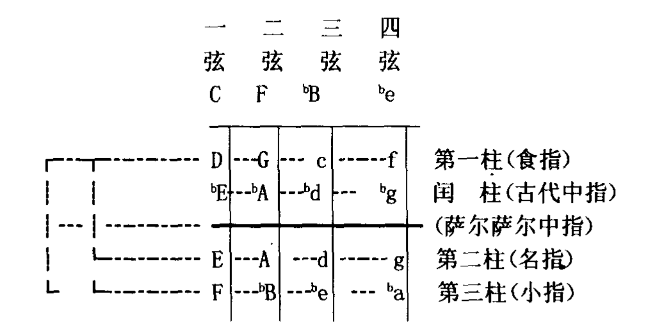
$$= \frac{12}{3} : \frac{11}{3} : \frac{10}{3} : \frac{9}{3}$$

$$= 12 : 11 : 10 : 9$$

萨尔萨尔中指

由于长颈琉特类乐器的结构提供了丰富的音体系，各民族可以按自己的音调传统和审美听觉来排品，比如著名的阿拉伯萨尔萨尔中指就是典型的例子。8世纪的阿拉伯乌德演奏家萨尔萨尔(Zalzal，公元791年卒)根据本民族的听觉习惯，把原来中指箍位的♭e音和♭a音以及次一品位的e音和a音去掉，以介于本位音和降音之间的半降e音和半降a音代之，形成一个中指箍位。用图示将更清楚：

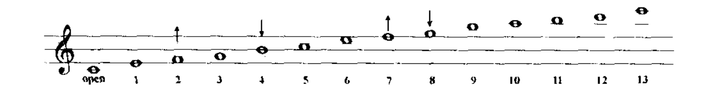
图示二：



萨佩(Sapè)

马来西亚砂捞越内陆和东加里曼丹地区的民间乐器萨佩(Sapè)的品柱是可以随意调整的，特别是其中若干品位没有对

应品，如何排列完全依据乐手个人的品味。每个人拿起一把萨佩，即使是前一位演奏者刚刚用过，他也会重新调整那些没有对应品的品位。有些演奏者更喜欢较宽的、真正接近大二度的音程，比如谱例中的第二品和第三品之间、第六品和第七品之间。克辛•尼亚帕(Kesing Nyipa)是整个砂捞越和东加里曼丹很著名并受到许多优秀萨佩音乐家和传统音乐爱好者赞美的萨佩乐手，因而他的演奏和调品可以作为传统的代表[24]，以下是他的调品结果：



品柱序号2、4、7和9等音(或谱例中以升箭头"f"和降箭头"b"表示的那几个音)没有对应品位音，它们根据相邻音的品做旋律性调节，谱中的音阶是克辛的调整结果，具有代表性和传统性。这些半升半降的音被品位固定下来，这把萨佩所演奏的曲调中就有这种不合于常规的音存在。Virginia K.Gorlinski女士告诉我，她观察到克辛在调品时，"e"、"f"、"g" 三个品柱几乎是相等的，"b"品则靠近琴上端颈部，得到一个比半音大一点儿的音程[25]。当然她特别强调每个乐手在布品时，"f"、"b"这两个音是不一样的，但克辛的演奏被公认为是最具代表性的。

二、无品琉特类乐器的中指指位

当不设品时，按音有很大的随机性，指导演奏者寻找音位音高的心理依据是他所属的那个族群的传统音调及心理听觉，或称文化听觉。我们可以设想，最早使用琉特类无品乐器时，除了原有的基于谐音列的音高经验，还有演奏行为对音高关系的影响，如

演奏时的手形、身体各部位的运动方式。在拨奏和擦奏的无品琉特类乐器长长的琴颈上,可以提供丰富的音体系,利用指位变化改变弦长而取音。每个民族会依据自己的音调习惯选择音阶,在这样的形制结构上,有一个产生中立音的积极动因,那就是左手中指指位。因为中指的生理运动方向倾向于无名指,所以在La、♭Si、Do和Mi、Fa、So这两组音之间,中指要按出♭Si 和Fa,就要远离无名指,这是不舒服的手型,而中指稍向下处较居中的位置就不再别扭,这时可能发出↑♭Si和↑Fa,这个手指的调整行为已经构成音律内在的"跃迁"。应该说中指现象是听觉与技术内外协调的结果。

在这里必须强调一点,长琴颈柱脚式琉特类民族提琴(拉弦乐器)还必须有次一级分类,即有指板和无指板两大类。如前文所述,因为有无指板对于音律变化是一个重要因素,如果没有这样的分类便没有明确的比较参照系。许多民族提琴是有指板的,诸如藏族的根卡,蒙古族的马头琴、潮尔、叶克勒(流行于新疆布尔津县,Mi—La定弦),侗族的牛腿琴,苗族的瓢琴,柯尔克孜族的克亚克,塔吉克族的艾介克,维吾尔族、乌孜别克族的艾介克、萨它尔,傣族的象脚琴、玎俄等。以上这些民族的有指板拉弦乐器都有长或较长的琴颈,这些民族的音乐也大多有中立音现象。

庞大的中国胡琴家族几乎渗透到全国各地各族,在项阳的新著《中国弓弦乐器史》第七章第五节A型胡琴家族中有详细的列表[26],由于著者的角度与笔者不同,所以在这个表中不以有、无指板作为划分标准的子项,因此表中包含少量有指板拉弦类乐器。无指板形制是区别于其它拉弦乐器的标识,在演奏中立音方面有更自由的条件,它除了利用手指上下滑动改变弦长比,还可以利用重按改变弦的张力而达到特殊音律的要求。有指板乐器只能通过横向推拉很有限地改变弦的张力,对音律的影响是微乎其微的。

各种民族提琴大多为五度定弦，以So—Rai弦为例，含中立音的调式音阶涉及如下规范：

里弦：	So		La		↑♭Si		Do		Rai
	1	:	$\frac{8}{9}$	:	$\frac{13}{16}$	:	$\frac{3}{4}$	:	$\frac{2}{3}$
（各项×144）	144	:	128	:	117	:	108	:	96
	弦枕	16	食指	11	中指	9	无名指	12	小指

外弦Rai、Mi、↑Fa、So、La情况与里弦相同，从这个真数数列关系可以看出，中指靠近无名指而较远离食指，与我们的自然习惯也是一致的。

从生理适应的角度看，可以认为是由于中指的生理运动能力渐渐演化为一种规定的行为方式，而听觉则在审美感受中认可了乐器所发出的音响，但前提是这个音响必须符合自然规律。上列连比式显示了这个中指音的物理性质，即第13号谐音与第16号谐音的音程关系，通过这样的数列所显示的数理规律也同样说明，中指音与空弦音的长度比例符合13：16，身体行为和听觉习惯互为依据，双双构成对中立音音程的亲和态度。

这种中指现象是实现“11化”或“13化”跃迁的最好机会，具有听觉与技术的内外协调关系的意义。So—Rai弦容易得到羽调式类色彩音的跃迁；Do—So弦和La—Mi弦容易得到徵调式类色彩音的跃迁。以蒙古族拉弦乐器潮尔[27]为例，La—Rai四度定弦，中指可以发出↑Do和↑Fa音，这与蒙族音乐中含半升宫羽调式的旋律实际也是一致的。可以认为，这其间的因果联系是：身体行为对乐器演奏的影响导致听觉对乐器声响的适应，以及律学观念和审美价值观凝固在物化机制上。很多民族都有拉弦或拨弹的长颈无品琉特类乐器，演奏时所引起的中指现象是中立音的产生机会，而

这些民族大都有含中立音的音调传统。

第三节

齐特尔类乐器的中立音机制

齐特尔类乐器古筝是能够最自由、最灵便地表现中立音的一种乐器，由于可以利用左手按弦改变弦的张力而得到音高变化，所以最易于表现陕西苦音和潮州“重三六”、“活五”调那种浓烈的效果。自古有诗句“秦筝声最苦”，不知是否正说的是苦音调式音律上的婉转变化带给人凄切愁苦的情感联想。古筝立码张弦的结构是演奏中立音的最好条件，但左手按弦轻重给琴弦张力变化带来的影响是无法从外部观察到的。我们不能像对其它提到的乐器那样，通过确定的方法计算出长度比(无论是弦长比、波长比还是振动周期比)，其形制没有那种可描述的中立音机制。

古琴及古琴艺术，被认为是集中体现了中国传统音乐美学思想和传统乐、律学观念的艺术载体。古琴保存了先秦的律学特点，丰富的古琴文献无声地记录了古代理论与实践的成果，但对古琴自然律的运用情况的认识，还仅仅停留在三分损益律和纯律的范围，远没有充分认识古琴运律的灵活性。关于已经形成的中立音乐器机制的另一个非常重要的物证是古琴第十三徽。古琴设立了十三个徽位并在演奏中运用超越五度相生律和纯律范畴的第十三徽，这说明古琴不拘泥于常规律制，反倒是后人自己封闭自己，以为那不合常规律制的音是不可用的。这个误会反映在今谱与古谱在徽间音位的使用方面有不同，这个问题将在稍后的段落被讨论，现在先谈谈古琴第十三徽。

一、古琴第十三徽

古琴的十三个徽位，把一根弦的整体长度按不同的等分规则划分，有2、3、4、5、6五种等分，在一根弦上从中间对称地向两边排列，获得十一个音位，每个音位安置一个徽，此外还有两个徽分别设在岳山以左整弦$\frac{1}{8}$处和龙龈以右整弦$\frac{1}{8}$处，形成一系列音程关系。第1徽和第13徽是特殊划分，尤其具有重要意义的是，第13徽处在全弦的$\frac{7}{8}$处，律制属性已越出因数3、5可以解释的范畴，这正是本文所讨论的主题——中立音现象。通常，第十三徽被认为是十二平均律可以摹拟的，所以不属于中立音现象。以往有关古琴的研究，几乎没见有这方面的论述。人们只注意了十三徽的泛音演奏，而未关注十三徽的按音情况。十三徽泛音与空弦基音音程关系为$\frac{1}{8}$，呈三个八度，所以不会引起格外关注。在讨论第十三徽按音在旋律中被运用的情况之前，先列表对照第十三徽按音的相对波长与相对音高。按照赵宋光先生正在撰写的著作《琴律学》中对《五知斋琴谱》和《琴学入门》记载的定弦法所做的分析，认为前者定弦关系为表三十三所示，后者定弦关系为表三十四所示[28]：

表三十三　据《五知斋琴谱》

弦序号	一	二	三	四	五	六	七
借用唱名	Do	Rai	Fa	So	La	Do	Rai
散声相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
以一弦散声为0音分各弦音高	0	204	498	702	906	1200	1404
校正值	C1±0	D1+4	F1−2	G1+2	A1+6	C2±0	D2+4
借用唱名	↑Rai	↑Mi	↑So	↑La	↑Si	↑Rai	↑Mi
13徽相对波长	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{14}{27}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{18}$
各弦13徽音高音分数	231	435	729	933	1137	1431	1635
校正值	D1+31	E1+35	G1+29	A1+33	B1+37	D2+31	E2+35

（按音高顺序排列）

借用记谱：

弦序：	一	二	一	二	三	四	三	五	四	五	六	七	六	七
音位：	散	散	十三	十三	散	散	十三	散	十三	十三	散	散	十三	十三
校正值：	±0	+4	+31	+35	-2	+2	+29	+6	+33	+30	±0	+4	+31	+35

表三十四　据《琴学入门》

弦序号	一	二	三	四	五	六	七
借用唱名	Do	Rai	Fa	So	La	Do	Rai
散声相对波长	1	$\frac{9}{10}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{20}$
以一弦散声为0音分各弦音高	0	182	498	702	884	1200	1382
校正值	C1±0	D1-18	F1-2	G1+2	A1-16	C2±0	D2-18
借用唱名	↑Rai	Mi	↑So	↑La	Si	↑Rai	Mi
13徽相对波长	$\frac{7}{8}$	$\frac{63}{80}$	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{21}{40}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{63}{160}$
各弦13徽音高音分数	231	414	729	933	1115	1431	1614
校正值	D1+31	E1+14	G1+29	A1+33	B1+15	D2+31	E2+14

(按音高顺序排列)

借用记谱：

弦序：	一	二	一	二	三	四	三	五	四	五	六	七	六	七
音位：	散	散	十三	十三	散	散	十三	散	十三	十三	散	散	十三	十三
校正值：	±0	-18	+31	+14	-2	+2	-29	-16	+33	+15	±0	-18	+31	+14

古琴设徽由来已久，产生的确切时代，学界尚在讨论，比较保守的认为，至迟东晋已为定制，然而第十三徽所反映出的音律数理规律的新领域并没有得到充分注意。不过，虽然古代律学文献没有记载这种超出素数因子3、5的音律现象，但一些琴学著作却记录下了这些灵活用律的情况。清康熙年间琴人沈琯作《琴学正声》，里面有段歌诀说[29]：

"一官 五音皆从七徽下准起

一弦七官八羽先。十九角徵商外偏。十三徽外四官五徵商六半。五四各半角羽编。角五半羽四半也一半当羽商三半。一官二徵角三前。少官少商同一二。一二两弦也从头细数不要悬。

二商

二弦七商七七七徽七分官。十九徵羽次第终。十二角兮商起四。四半接五官羽通。六三五半角连徵。一商官半徵二中。三三角兮二临羽。第二弦兮声次洪。

三角

三弦七角八连商。十一十三羽徵长。九官上四即为角四徽为中准起处故曰上四四半商兮官五倡。六半归徵六归羽。一半商兮可审量。三半交徵依中准。一角二官三羽响。

四徵

七徵四弦七徽十九官商幽。七七十三角羽求。中准四徵下半角。五半六半羽官收。二徽五徽皆商兼上准。四弦独立在中流。二半官生三半羽。一半角兮徵起头。

五羽

五弦七羽七七徵。十二官兮商十宜。八半角来羽起四。四七分兮角下随。角在四徽七分六三五七官商接。一羽半徵二角窥。三三二半官商位。不遇知音说与谁。"

这段话转写成五线谱，附注一系列相对波长、音阶名、徽位和以平均律为标准的校正值，可以对其运律特点一目了然，按照《五知斋琴谱》和《琴学入门》两种定弦方案，第二弦和第五弦可能有两种情况：

《琴学正声·卷一·徽音五歌》音列表：

弦：十　十　九　八　七　六半　五半　五　四半　四　半　半

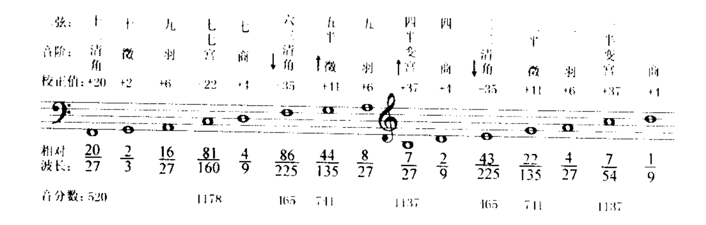
音阶：商　清角　徵　羽　宫　商　清角　徵　羽　宫　商　角　徵　羽　宫

校正值：-18　-2　+2　-16　-18　+37　+2　+33　-18　-14　+2　+33

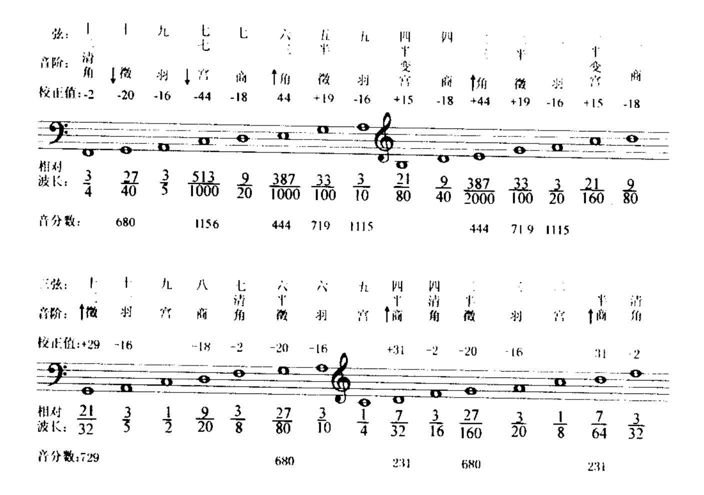
相对波长：$\frac{9}{10}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$　$\frac{3}{5}$　$\frac{1}{2}$　$\frac{9}{20}$　$\frac{11}{30}$　$\frac{1}{3}$　$\frac{7}{24}$　$\frac{1}{4}$　$\frac{9}{40}$　$\frac{1}{5}$　$\frac{1}{6}$　$\frac{7}{48}$　$\frac{1}{8}$

音分数：537　933　933

以《五知斋琴谱》定弦方案为依据：



以《琴学入门》定弦方案为依据：



四弦：	十[illegible]	十	九	七七	七	六半	五半	五	四半	四	[illegible]半	[illegible]半		半	
音阶：	↑羽	宫	商	↓清角	徵	羽	↑宫	商	↑角	徵	羽	↑宫	商	↑角	徵
校正值：	+33		+4	23	+2	-16	+39	+1	+35	+2	-16	+39	+1	+35	+2
相对波长：	$\frac{7}{12}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{243}{320}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{11}{45}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{7}{36}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{3}{20}$	$\frac{11}{90}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{7}{72}$	$\frac{1}{12}$
音分数：	933			477			1239		435			1239		435	

以《五知斋琴谱》定弦方案为依据：

五弦：	十[illegible]	十	八半	七七	七	六[illegible]	五七	四七	四	[illegible]	[illegible]半	[illegible]	半	
音阶：	宫	商	清角	徵	羽	↓宫	商	↑清角	羽	↓宫	↑商	角	↑变徵	羽
校正值：	+22	+4	-2	-20	+6	-33	-18	+43	+6	-33	+43	+8	+39	+6
相对波长：	$\frac{40}{81}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{27}{80}$	$\frac{8}{27}$	$\frac{172}{675}$	$\frac{9}{40}$	$\frac{74}{405}$	$\frac{4}{27}$	$\frac{86}{675}$	$\frac{44}{405}$	$\frac{8}{81}$	$\frac{7}{81}$	$\frac{2}{27}$
音分数：	22		498	680		1167	182	543		1167	243	408	639	

以《琴学入门》定弦方案为依据：

[illegible]弦：	十[illegible]	十	八半	七七	七	六[illegible]	五七	四七	四	[illegible]	[illegible]半	[illegible]	半	
音阶：	宫	商	清角	↑徵	羽	↑宫	↑商	清角	羽	↑宫	商	角	变徵	羽
校正值：		-18	-25	-41	-16	-54	-39	+21	-16	-54	+21	-14	+18	-16
相对波长：	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{19}{50}$	$\frac{2187}{6400}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{129}{500}$	$\frac{729}{3200}$	$\frac{37}{200}$	$\frac{3}{20}$	$\frac{129}{1000}$	$\frac{11}{100}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{7}{80}$	$\frac{3}{40}$
音分数：			475	659		1146	161	521	884	1146	221		618	

以上计算的结果显示，用《五知斋琴谱》定弦方案，二弦用宽四度 $\frac{20}{27}$，纯五度；用《琴学入门》定弦方案，二弦则用纯四度和狭五度 $\frac{27}{40}$，另外歌诀对变音不用专门的阶名，角音、清角音、变宫和第五弦的变徵音都是通过歌诀中提到的徽位和徽间音位计算出来的，这些计算结果与杨荫浏先生计算的结果也是一致的[30]，并经古琴弹奏校验证实。

从这首徽音歌记载的用徽情况，可以看出在运律方面非常灵活多样，其中涉及因数7、11、13、19甚至37、43等更多的领域。其规律是八徽半、七徽七分、五徽七分用因数19；六徽三分、三徽三分用因数43；五徽半、二徽半用因数11、四徽半、一徽半用因数7。这个计算说明的问题是，古琴运律完全是在自然律范畴。它既不是完全以三分损益之法演绎出来的律制，也不是加以三度生出的纯律，而是在弦长比关系的变化之中，反映出音响规律，朴素地遵循了自然之法，我们仅仅是用计算的方法把这个物理规律寻找出来[31]，用数理逻辑概括它。关于19、43这样的数究竟有什么样的律制属性，现在还难于判断，它只是被拟算出来，可以进行假设、推测，还不能做理论的提炼，但却是实际存在的音响。
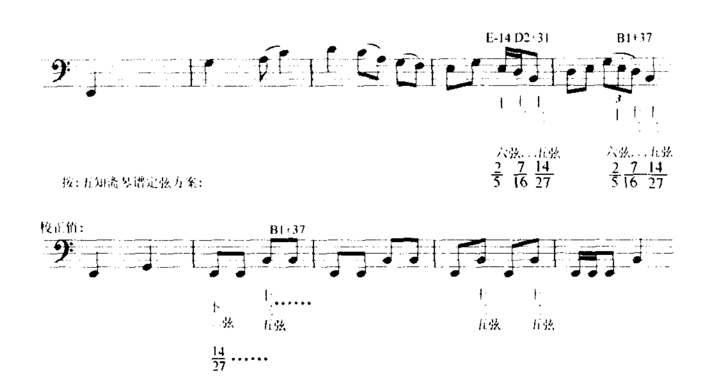
关于徽间音位的中立音情况容后再谈，这里只论第十三徽的设置。这段徽音歌提到的三弦、四弦用十三徽，说明十三徽的设置并不只是为了对称好看，也不仅仅是为了演奏泛音时的方便[32]，它更重要的积极意义在于音律数理新领域的开拓，古代琴家或许并未计算第十三徽按音的音律属性，但在演奏实践中却能感觉音高的丰富带来的审美新鲜感，正由于此，才会有许多涉及其它因数的徽间音位被使用。

如果说这首歌诀中规定的是呆板的音阶，那么我们仍可以从琴谱中找到更多运用第十三徽的例证。

古琴谱的新老版本对照

《樵歌》曲例：

《古琴曲集》第二集第97页[33]第13段用六弦十三徽、五弦十三徽按音示例：



无论用哪一种定弦方案，如果二弦徽外音和五弦十三徽音连续进行，它们之间的音程关系都将是一样的，因为左手会利用绰注之法寻找到徽外合适的音位，而我们心中固有的纯五度框架是寻找合适按点的心理依据。上边这段旋律如果是按《五知斋琴谱》定弦，六弦十一徽与六弦十三徽之间是155音分，与五弦十三徽之间是449音分；按《琴学入门》定弦，六弦十一徽与五弦十三徽形成471音分。

在《古琴曲集》两卷本中，鲜见十三徽按音的使用，《樵歌》曲首注明是依《蕉庵琴谱》打谱，这是广陵派的晚期琴谱，编者秦维瀚（字延青，号蕉庵）大约生活在公元1816—约1868年，说明至晚那时仍在使用第十三徽按音。吴景略先生参照《五知斋琴谱》、《大还阁琴谱》、《徽音祕旨》打谱并记谱的《雉朝飞》，尊重《五知斋琴谱》原谱的运徽，也用了十三徽按音[34]，但其它一些琴曲，在《五知斋琴谱》中用十三徽，而《古琴曲集》则少见，似乎已经把超出规范以外的音律纠正到已知律制内。

《五知斋琴谱》等一些清代及清代以前刊行的老谱有不少使用十三徽按音的例子，仅《琴曲集成·第十四卷》中，笔者就找到了如下一些例子。因打谱对弹琴人是技艺修养的双重考验，笔者远不具备这个能力，所以不以五线谱形式展示旋律，只将所用的调

式音阶用唱名写出，又因为用到了正调以外的若干调式，涉及的调式音阶有的较复杂，而且有较多的变音，故采用赵宋光先生的协变唱名法：

正调

正调音阶：Do Rai Fa So La Do Rai[35]

例一：《五知斋琴谱·樵歌》其九用一弦第十三徽、四弦第十三徽；其十三用六弦十三徽、五弦十三徽。[36]

例二：《五知斋琴谱·醉渔唱晚》其一、其七用三弦十三徽，其七用三弦、四、五、六弦第十三徽，其十一用四弦十三徽、六弦十三徽。[37]

例三：《五知斋琴谱·洞天春晓》用三弦十三徽、四弦十三徽、六弦十三徽。[38]

例四：《五知斋琴谱·高山》用三弦十三徽、四弦十三徽。[39]

例五：《五知斋琴谱·释谈章》用三弦十三徽、四弦十三徽、六弦十三徽。[40]

例六：《五知斋琴谱·关雎》用六弦十三徽、四弦十三徽。[41]

例七：《五知斋琴谱·汉宫秋月》其三用三弦十三徽。[42]

例八：《五知斋琴谱·佩兰》其四用四弦十三徽、五弦十三徽、六弦十三徽、七弦十三徽。[43]

例九：《五知斋琴谱·雉朝飞》用三弦十三徽。[44]

根据《五知斋琴谱》定弦方案，可以从表三十三查出各弦第十三徽的相对波长以及所对应音高的音分数。

《澄鉴堂琴谱》有两种定弦的可能性，也就是说，第二弦、第五弦和第七弦有两种音阶系列，第十三徽可以得到相互22音分差异的两个音高。

例十：《澄鉴堂琴谱·石上流泉》其三用五弦十三徽。[45]

例十一：《澄鉴堂琴谱·庄周梦蝶》其八用二弦十三徽、四弦十三徽。[46]

例十二：《澄鉴堂琴谱·洞庭秋思》用三弦第十三徽。[47]

例十三:《澄鉴堂琴谱·昭君怨》用二弦十三徽。[48]

上述所涉弦十三徽的相对波长和音程的音分数可以从表三十三中查到,第二、五弦还可以从表三十四中查得第二组数据。

蕤宾调 (又称清羽调、紧羽调)

从正调出发,一次紧五弦,得到蕤宾调音阶[49]:

Do Rai Fa So Ta Do Rai

例十四:《五知斋琴谱·潇湘水云》其十四用四弦十三徽[50]。

四弦散声为$\frac{2}{3}$,与正调相同,可从表三十三查出第十三徽的相对波长和音分数。

清商调 (又称夹钟调、姑洗调)

从正调出发,第二次转调,紧二、五、七弦,得到清商调音阶[51]:

Do Mai Fa So Ta Do Mai

例十五:《五知斋琴谱·秋鸿》其十三用五弦十三徽、其十九用四弦十三徽[52]。

例十六:《五知斋琴谱·捣衣》用七弦十三徽[53]。

四弦散声为$\frac{2}{3}$,与正调相同,可从表三十三查出第十三徽的音分数。

七弦十三徽相对波长为$\frac{35}{96}$,546音分。五弦十三徽相对波长为$\frac{35}{72}$,248音分。另一种可能是$\frac{63}{128}$,227音分。

无射调 (特种变体,又称无射外调)

从正调出发,紧五慢一,得到无射调(黄钟调)[54]

Ta Rai Fa So Ta Do Rai

例十七:《澄鉴堂琴谱·离骚》其三用二弦十三徽。[55]

例十八《响山堂琴谱·离骚》其三、其四、其十、其十六用二弦十三徽[56]。

无射调音阶结构虽然看上去非常复杂，但二弦调弦与正调相同，所以仍然可以从表三十三或表三十四中查出相关的数据。《澄鉴堂琴谱》和《响山堂琴谱》可以用两种定弦方案解释。

齐特尔类乐器的长体结构，为音乐提供了丰富的音体系，仅从古琴第十三徽的设置来看，已经在任何一种大音程或小音程之间、增音程或减音程之间建立了一个介于其间的音程，即我们所称的中立音程，它包括各种中音程和半增音程、半减音程。为古琴音乐增加了更多的调味剂，古琴左手指法的吟、猱、绰、注把音高的微妙变化包含在飞上或舞下[57]的音调流动中，或者凝固在长音的沉吟中，并把这种音调的飘忽变化引起的弦长比关系变化可视地表现在琴弦上。至于在乐曲中用哪一个音位，那要详细分析琴谱，分析音调，便可以看出音律变迁的动力所在以及何以选彼或选此。

二、古琴古谱中徽间音位上的中立音

上文根据那首徽音歌诀所提到的徽间音位计算出的结果是非常有趣的，因为几乎每一个徽间音位都是因数3和5以外的数。其实，在明清刊行的许多琴谱中，徽间音位的规定与现在所使用的有很多不同[58]。当我得知有关徽分音使用情况古今有别时，第一个念头就是：为什么？是否与律制观念有关？待查阅了几册《琴曲集成》后，的确发现古谱中大量存在不同于今天所使用的徽间音位。

接下来的事情是计算每弦上这些我们今天不熟悉的徽间音位。感谢赵宋光先生没有任何保留地教给我简单而有效的计算方法，而这是他正在撰写的《琴律学》著作中技术理论部分的内容，也就是说是他尚未发表的成果[58]。

行文至此，我抑制不住地要从学术性写作的理性表述中跳出

来，赞美古人智慧的光芒穿越时空，为一个行走在今日阳光下的小我洒下祥瑞之光。中国古琴文献资料如此丰富，当你翻阅时，你会感到几乎遍地是金子，它们给人的给养是多方面的，我不得不止住那奔涌的兴奋和热情、抑制住强烈的好奇，回到案头的细致工作中。在众多的文献中寻找现在已不再使用、或说被轻率丢弃的徽间音位。尽管在短期内不能翻阅所有的著述，但即使是只读了《琴曲集成》的第一、二、三、四册和第十四册中的若干琴书，就已经看到大量不同于我们今天使用的徽间音位。

下面将用表格形式表述对这样一些徽间音位的计算结果：

表三十五　①表示《五知斋琴谱》定弦方案；②表示《琴学入门》定弦方案

徽分	弦序	一	二	三	四	五	六	七
十一徽半		*$\frac{49}{60}$		$\frac{49}{80}$				
音分数		351		849				
十半(十徽半)		$\frac{31}{40}$	①$\frac{31}{45}$ ②$\frac{279}{400}$	$\frac{93}{160}$			$\frac{31}{80}$	
音分数		441	645　624	939			441	
八九(八徽九分)		$\frac{160}{243}$	①$\frac{1280}{2187}$ ②$\frac{16}{27}$	$\frac{40}{81}$	$\frac{320}{729}$	①$\frac{2560}{6561}$ ②$\frac{32}{81}$		
音分数		723	927　906	22	225	429　408		
八三(八徽三分)		$\frac{31}{50}$				①$\frac{248}{675}$ ②$\frac{93}{250}$		
音分数		828				533　512		
七八(七徽八分)		$\frac{29}{50}$	①$\frac{116}{225}$ ②$\frac{261}{500}$	$\frac{87}{200}$	$\frac{29}{75}$	①$\frac{232}{675}$ ②$\frac{87}{250}$	$\frac{29}{100}$	①$\frac{58}{225}$ ②$\frac{261}{1000}$
音分数		943	1147　1125	241	445	649　627	943	1147　1125
七七(七徽七分)		$\frac{729}{1280}$	①$\frac{81}{160}$ ②$\frac{6561}{12800}$	$\frac{2187}{5120}$	$\frac{243}{640}$	$\frac{27}{80}$		①$\frac{81}{320}$ ②$\frac{6561}{25600}$
音分数		974	1178　1157	273	477	680		1178　1157
七半(七徽半)		$\frac{11}{20}$	①$\frac{22}{45}$ ②$\frac{99}{200}$	$\frac{33}{80}$	$\frac{11}{30}$	①$\frac{44}{135}$ ②$\frac{33}{100}$	$\frac{11}{40}$	①$\frac{11}{45}$ ②$\frac{99}{400}$
音分数		1035	39　17	333	537	741　719	1035	39　17
七四(七徽四分)		$\frac{27}{50}$		$\frac{81}{200}$	$\frac{9}{25}$			
音分数		1067		365	569			
五七(五徽七分)		$\frac{243}{640}$	①$\frac{27}{80}$ ②$\frac{2187}{6400}$	$\frac{729}{2560}$	$\frac{81}{320}$	$\frac{9}{40}$	$\frac{243}{1280}$	①$\frac{27}{160}$ ②$\frac{2187}{12800}$

徽分 \ 弦序	一	二	三	四	五	六	七
音分数	477	680 659	975	1178	182	477	680 659
五半（五徽半）	* $\frac{11}{30}$	① $\frac{44}{135}$ ② $\frac{33}{100}$	$\frac{11}{40}$	$\frac{11}{45}$	① $\frac{88}{405}$ ② $\frac{11}{50}$	$\frac{11}{60}$	① $\frac{22}{135}$ ② $\frac{33}{200}$
音分数	537	741 719	1035	39	243 221	537	741 719
四九（四徽九分）	$\frac{13}{40}$				① $\frac{26}{135}$ ② $\frac{39}{200}$		
音分数	746				452 430		
四七（四徽七分）	* $\frac{37}{120}$				① $\frac{74}{405}$ ② $\frac{37}{200}$		
音分数	837				543 521		
四半（四徽半）	* $\frac{7}{24}$	① $\frac{7}{27}$ ② $\frac{21}{80}$	$\frac{7}{32}$	$\frac{7}{36}$	① $\frac{14}{81}$ ② $\frac{7}{40}$	$\frac{7}{48}$	① $\frac{7}{54}$ ② $\frac{21}{160}$
音分数	933	1137 1115	231	435	639 617	933	1137 1115
三三（三徽三分）	$\frac{43}{200}$						$\frac{43}{450}$
音分数	261						465
二半（二徽半分）	$\frac{11}{60}$						① $\frac{11}{135}$ ② $\frac{33}{400}$
音分数	537						741 719

（星号为笔者还未在古琴谱中发现使用的，特此说明）

通过对这些真数所对应的对数换算，我们可以很容易地求出音程值，无论是以全音数表示还是以更多人熟悉的音分数表示都不是件难事。表三十五列出了每个徽间音位第一弦音及其它所用弦的音程值（以音分数表示），如在古谱中看见任何弦用表中所列的徽间音位，都可以根据第一弦该徽间音位的相对弦长，乘以其它各弦散声的相对波长，求得该弦该徽间音位的相对波长，或以

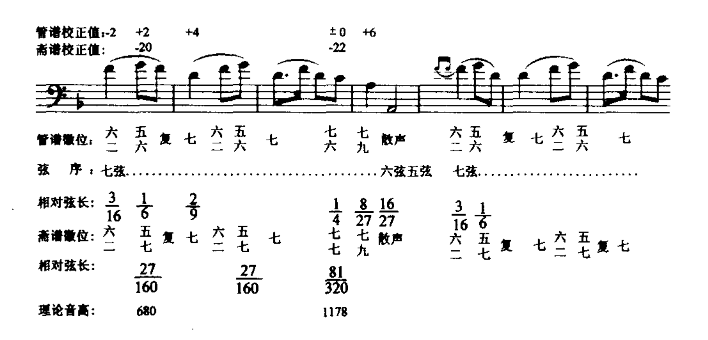
表中所给的该徽间音位第一弦音分数加散声音高音分数，就是各弦该徽间音位的音高。

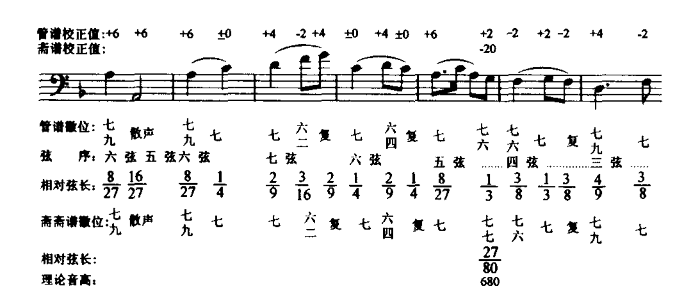
从这些数据可以看出，古琴在使用自然律方面原本是非常自由的，它并没有拘泥于三分损益律的规范，也不仅限于纯律范畴。

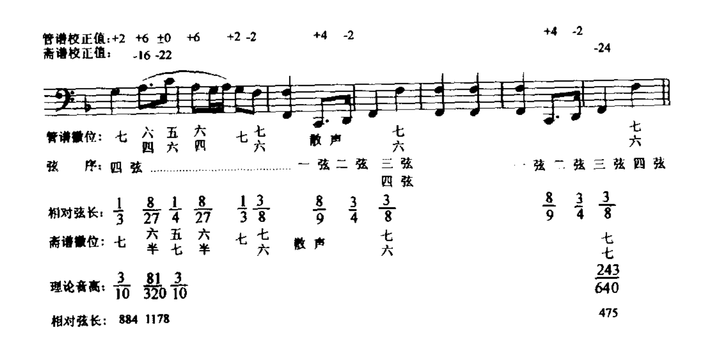
实例之一：《良宵引》

以管平湖先生依据《五知斋琴谱》[60]打谱演奏的《良宵引》[61]为例。（以下分析文字中将对管先生演奏谱和《五知斋琴谱》分别简称为管谱和斋谱）。

第一句（泛音段）略……

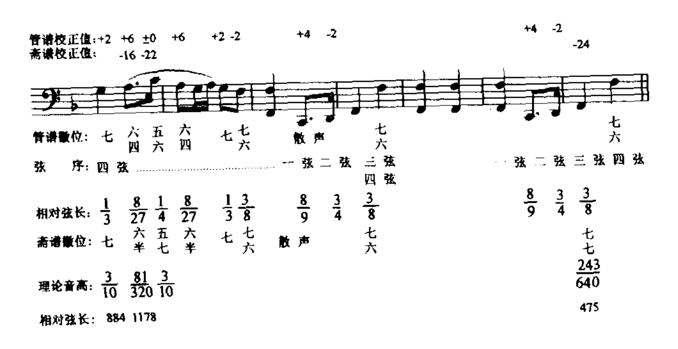






《管谱》第一、二、五、六小节七弦从六徽二分进到五徽六分（$\frac{1}{6}$，702音分）；第十二小节五弦由七徽退到七徽六分（$\frac{1}{3}$，702音分）；第十五、十六小节四弦从七徽上六徽四分（$\frac{8}{27}$，906音分），次上五徽六分（$\frac{1}{4}$，1200音分）。而在《五知斋琴谱》[62]中，则是七弦由六徽二分进到五徽七分（$\frac{27}{160}$，680音分）；五弦由七徽退到七徽七分（$\frac{27}{80}$，680音分）四弦由七徽上六徽半（$\frac{3}{10}$，884音分），次上五徽七分（$\frac{81}{320}$，1178音分）；《管谱》第三、七小节七弦从七徽急绰上，复退七徽，左手名指按七徽六分，大指掐起得声；第十六、十八、二十一小节四弦为七徽六分（$\frac{3}{8}$，498音分），而在《五知斋琴谱》中则为七徽七分（$\frac{243}{640}$，475音分）。可以看出，《管谱》的运律完全符合五度相生律[63]，而在《斋谱》中，则更多用纯律音程。

《良宵引》第二段中片断:



八徽三分是对因数31的运用,248=31×8。在这个片断中,《五知斋琴谱》的运律更加自由,在缓慢的旋律进行中,非常清楚地制造出非常规的音程进行:与前边的长音形成一个中三度音程(音程系数为$\frac{75}{62}$,计330音分),与后续音形成中二度音程(音程系数为$\frac{248}{225}$,计168音分)。

实例之二:《墨子悲丝》

徐元白先生根据《五知斋琴谱》(琴曲集成1989第14册第437页)打谱演奏的《墨子悲丝》(《古琴曲集》1983第1册,第216页)。此例的分析用表格表示,对两个对比文本简称《斋谱》、《徐谱》。

表三十六

五知斋琴谱的徽间音位				徐元白演奏谱的徽间音位			
弦序	徽间音位	相对弦长比	音分数	弦序	徽间音位	相对弦长	比音分数
七弦	七七	$\frac{81}{320}$	1178	七弦	七六	$\frac{1}{4}$	1200
七弦	五七	$\frac{27}{160}$	680	七弦	五六	$\frac{1}{6}$	702
七弦	三三	$\frac{43}{450}$	465	七弦	三四	$\frac{8}{81}$	408
七弦	二半	$\frac{11}{135}$	741	七弦	二六	$\frac{1}{12}$	702
五弦	七七	$\frac{27}{80}$	680	五弦	七六	$\frac{1}{3}$	702
五弦	四九	$\frac{26}{135}$	452	五弦	五徽	$\frac{64}{81}$	408
四弦	七半	$\frac{11}{30}$	537	四弦	七九	$\frac{32}{81}$	408
四弦	四半	$\frac{7}{36}$	435	四弦	四六	$\frac{1}{5}$	386
三弦	七四	$\frac{81}{200}$	365	三弦	七三	$\frac{32}{81}$	408
二弦	五半	$\frac{44}{135}$	741	二弦	五六	$\frac{1}{3}$	702
二弦	四半	$\frac{7}{27}$	1137	二弦	四六	$\frac{64}{243}$	1110

因为《五知斋琴谱》是用①种定弦方案，所以此处所引都是第①种音程值的音分数。

在这首乐曲中，涉及的因数情况更加复杂，有7、11、13和43。前文已经谈论过这个问题，因数43现在只是推算出的结果，其律制问题还有待细究，典型的中立音音律属性是由11和13这两个数来解释的。7这个数有被已知律制摹拟的可能性，只是在现象上类

似中立音，就理论律学的意义来说不具备典型的中立音律学性质。尽管还不了解19以后这些数的律学意义是什么，我们仍可以换算出其音程值，得知含这些数长度比所对应的音高也是类似中立音的。从上表的对比中可以清楚地看出，相对于大音程和小音程，音高感觉更偏爱比较居中的音程，尤其有趣地是，七徽四分并未越出3和5的数理领域，但在弦长比关系的变化中却产生出一个类似中立三度的音程，它和$\frac{13}{16}$(359音分)只有6音分之差，这是人耳不能察觉的差异。这些徽间音位的使用证明，在实际的音响中，人们喜爱中立音并经验性地摸索出这些徽间音位。如果说第十三徽的使用还有着理性的计算，那么这些徽间音位的运用则完全是听觉上的审美选择。

从以上两例可以看出，其一，古琴徽间音位的使用原本非常灵活，这个被认为是严格保持中国古代律学传统的载体，却在十三徽的框架内，最大限度地利用这个乐器所提供的条件，不拘于因数3、5的局限，甚至在这范围内，也仍表现出自由的灵性。其二，世世代代的古琴家们，没有穷尽心力地纠缠于如何计算出能够周而复始的律制，而是在古琴长长的七根弦上让音律圆转无穷，不死板恪守中规中矩的音程规范，更偏爱那种涌动着激情、富有张力、偏离规范的音程。

在审视这些古籍文献中的详细信息时，我禁不住无数次地感慨古人的智慧，把一根平淡的丝弦飞舞出迭宕的旋律；无数次地感激古人发明了这样聪明的指法谱，不但留下了千古遗响，还告诉我们古人不拘形骸，巧妙利用物理规律，充分表达自己的审美意愿。古琴谱包含着丰富的信息，在那一行行漂亮的、巧妙重叠的谱字中，我不时地被一种自豪激动着，这真正是祖先给我们的珍宝。

第四节

泛音乐器和定音乐器所使用的中立音

在这一节里，暂时离开乐器分类框架，把几种不同类别的乐器放在一起陈述。

谐音列的存在是一个物理现象，对谐音列的使用也是贯穿古今的。古琴通过十三徽的设置，把谐音列上的低次谐音2、3、4、5、6、7（第十三徽是因数7的规范）转化为一系列可视的弦长比关系；各种管乐器通过设孔把谐音列的低次谐音转化为一系列有逻辑联系的、长短不同的气柱；各种琉特类乐器通过设品或通过指位显示出弦长比关系的变化来。总之，都是把原本看不见的振动节点固定下来，外化到一个乐器机制上，但还有很多泛音乐器仍保留着远古先民在懵懂中自在自为地运用谐音列的方式、经验，如口弦、无孔笛等。

一、口弦

口弦是构造非常简单的原始乐器，在现代乐器分类体系中属拨动体鸣乐器。由于起源于新石器时代，遍布世界各地，较多保留了原始时代的特点，所以引起了人类学家和音乐学家的注意。它对于音律研究也无疑是一个能表现远古先民音律观念的活化石。

笔者没有条件亲自去考察口弦的运用情况，好在研究口弦的学者做了大量的、非常杰出的工作，他们的结论和数据可以为本文提供强有力的支持。

口弦以口腔作为共鸣体，它发出的微弱、细腻的音高变化可以被人体直接感知，比起在体外空气中鸣响的乐音，人们可以从

口弦上捕捉到更多在基音上方飘荡的泛音，并在长时间的体会中摸索出口腔变化获取不同音高的规律来，于是，各民族、各地方的人根据自己对音高的审美习惯，通过口腔变化分解出不同的谐音段，据应有勤的统计，西南地区少数民族口弦应用如下诸种调式音阶[64]。

表三十七

选择谐音	c² e² g² ↓♭b² c³ d³ e³ ↓#f³ g³	通常调式
彝族口弦相邻音级音分数	do mi So↓ ↓♭Si do¹ 386 316 267 231	宫调式
傈僳族口弦相邻音级音分数	mi ↓So la si #do mi¹ 267 231 204 182	羽调式
景颇族口弦相邻音级音分数	la ↓do¹ Rai¹ mi¹ ↑So¹ la² 267 231 204 347 151	商调式

（笔者对原作者所用的术语稍作改正，将原文中的“倍音”、“音分值”改为“谐音”、“音分数”，唱名与全文保持一致。）

这三个民族在口弦音乐中所使用的调式音阶的相互关系如下：

彝　族：	Do	Mi	So	↓♭SI	Do
相对音高：	0	386	702	969	1200
相对波长：	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{1}{2}$

相邻音级音程系数：| $\frac{5}{4}$ | $\frac{6}{5}$ | $\frac{7}{6}$ | $\frac{8}{7}$ |

这是取谐音列4、5、6、7、8这一段得来的音阶结构。

傈僳族：	Mi	↓So	La	Si	#Do	Mi
相对音高：	0	267	498	702	884	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$
相邻音级音程系数：		$\frac{7}{6}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{6}{5}$

这是取谐音列6、7、8、9、10、12这一段得来的音阶结构。

景颇族：	La	↓Do	Rai	Mi	↓So	La
相对音高：	0	267	498	702	1047	1200
相对波长：	1	$\frac{6}{7}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{1}{2}$
相邻音级音程系数：		$\frac{7}{6}$	$\frac{8}{7}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{11}{9}$	$\frac{12}{11}$

这是取谐音列6、7、8、9、11、12这一段得来的音阶结构。

另外，有资料说吉尔吉斯人的口弦分解出第8、9、10、11、12次谐音；图瓦什人的口弦分解出6、7、8、9、10、12次谐音[65]。

口弦几乎遍布世界各地，不同民族、不同地区的人可以根据自己的音调习惯选择谐音列的不同分段。有人认为口弦音乐与语言声调的发生有直接关系。因为口弦演奏时，舌位、口腔肌肉运动状况与说话时的部分口腔运动基本一致，说话时声调变化的生理条件是口弦演奏的物质基础。或者应该说，是由于选择的不同形成不同的音调习惯。可以说，口弦演奏就是对说话声调的音乐处理，也正因如此，口弦在很多民族具有表达隐语的功能。或许是由于不同民族、不同语言的音素基因导致他们更容易分解出他们各自现在正使用的谐音。

二、无指孔笛

无指孔笛最早只能发一个音，不用泛音，这是原始的和重要的。想想今天在一些庄严的仪式上仍然用没有孔的号角发出一个长长的单音，并非音乐化，可能就是笛管最早时的情况，使用两根以上的竹管就可以说是音乐化的乐器了。原始先民可以从笛管上发现泛音原理不奇怪，这是生活经验的积累，而且还掌握并发展了独特的泛音演奏方法，通过开放、堵塞笛管获得不同的泛音。从笛类乐器发展的轨迹看，无指孔笛产生在先，指孔笛发展在后，与口弦相比，无指孔泛音笛是另一种遍布世界很多地区的泛音乐器。

根据管乐器发声的原理，开管笛两端都是波幅，中间是波节，所以开管吹奏可以获得所有奇数与偶数的谐音；闭管笛一端总是波节，另一端总是波腹，所以只能产生奇数的谐音。黑泽隆朝在冲绳发现的无侧孔鼻笛，用开、闭孔交替演奏发出的泛音构成的音阶表明了当地人的用律情况[66]。

表三十八

Ⅰ谐音序次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
开管音	c	c^1	g^1	c^2	e^2	g^2	$\downarrow {}^{\flat}b^2$	c^3	d^3	e^3
相邻音差		1200	702	498	386	316	267	231	204	182
Ⅱ谐音序次	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
开管音	c	g	e1	$\downarrow {}^{\flat}b^1$	d^3	$\downarrow {}^{\#}f^2$	$\uparrow a^2$	b^2	${}^{\#}c^3$	${}^{\#}d^3$
相邻音差		1902	884	583	435	347	290	247	217	193
Ⅰ谐音序次		4		5		6		7	8	
Ⅱ谐音序次	7		9		11		13↓			
开闭管组合音阶	${}^{\flat}b^1$	c^2	d^3	e^2	$\downarrow {}^{\#}f^2$	g^2	$\uparrow a^2$	$\downarrow {}^{\flat}b^2$	c^3	
相邻音差		231	204	182	165	151	139	128	231	

（笔者对黑氏所用的术语稍作改正，将原文中的“倍音”、“邻音分值”等，

改为“谐音”、“邻音分数”。）

中国少数民族也有无侧孔笛。比如景颇族吹管乐器吐良[67]，吹孔设在管中部，用开、闭管交替演奏，可以吹出两个八度又大二度的音列。从形制来看，应该是很原始的乐器。因为就笛类乐器发展史来看，比古弗拉佐莱笛（中间有一音孔，孔下使用一块树脂改变气流方向，两头都可以吹奏，如果音孔偏离中心，还可以吹出两个音）稍晚的横笛，起初吹口就是开在当中的[68]。

根据应有勤收藏的吐良演奏得音[69]：

组合音阶：	a^1	c^2	e^2	g^2	a^2	c^3	e^3	g^3	a^3	c^4	d^4	e^4
a1为0音分：	0	267	702	933	1200	+267	+702	+933	+1200	++267	++498	++702
振动状态：	全开	开右	全闭	开左	全开	开右	开左	开右	全开	开右	开左	开右

（注：$^+$为高一个八度。）

侗族的竹膜管为无孔、无簧闭管乐器[70]。

土家族竹号，无吹孔和按孔的开管乐器[71]。

藏族雁骨笛，属古弗拉佐莱笛，管内置木塞，管壁与木塞之间有一道缝隙[72]。

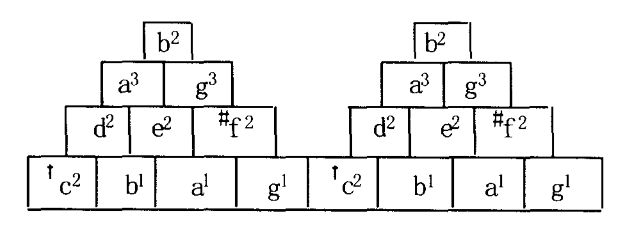
理论上，这些乐器都可以吹出许多谐音，只是看所属族群的音调习惯，以及利用口唇变化吹出的是哪些谐音。

三、云锣

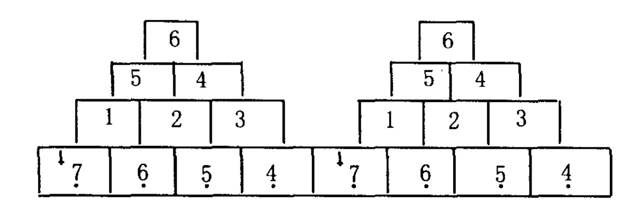
云锣这种敲击体鸣类乐器，由于是编组成套的锣，因此可以演奏旋律。在制作时有严格的律制根据，而且在制作工艺上，也比编钟、编磬之类的定音乐器简单，其音高排列体现的是最典型的音调结构，我国历史上三分损益律和纯律由来已久，定音乐器一般不超越其规范。但是西安铜鼓乐社的云锣却越雷池而动，在一

组锣中设置了一面偏高的锣。

各乐社所用云锣形式不同，数目不同，使用方法也不相同。城隍庙和东仓的云锣最完备，全幅十二个，分排在两个木架上，音位图示如下[73]：



合其D调（尺调）音阶如下：



这两个乐社不大用云锣，只在用昆调笛演奏尺调乐曲时，才用到云锣。云锣上的这种音位和陕西苦音音阶是一致的。所以说，这个定音乐器不是呆板地遵守三分损益律或纯律，而是根据活生生的旋律音调及当地人的听觉习惯设置的。

本章小结

不知是否"重道轻器"的观念作祟，民间许多定音乐器或旋律乐器上反映出的中立音现象并未受到充分重视。从本章分别对吹

管乐器匀孔现象、琉特类乐器的中立音品位和中指音现象以及齐特尔类乐器古琴第十三徽和产生中立音的徽间音位的数理分析，应该可以判断出，广泛存在于民间的中立音现象不仅是深藏于人心中的音腔观念导致的审美听觉，也不仅是抽象的、反映纯粹精神气质的旋律音调，而是凝固了的、物化于乐器机制上的、可把握的数理关系，音调可以迂回婉转，音高点的瞬间变化可以消溶在模糊的音过程中，但每一个瞬间变化的音律本质却可以在乐器上得到精确的、量的体现。如果一件乐器把这个精确的量规定为整个形制条件之一，成为这个机制中不可或缺的一项，那么，这个量就会不断地以音响的面目呈现出来，让我们清楚地听到它，这就是匀孔吹管的意义，这就是中立音品位的意义，这就是古琴第十三徽的意义，这就是我们忽略太久的产生中立音的徽间音位的意义。而那些仍用泛音乐器发扬远古先民自在精神的人们才不在乎如何选用音体系等等问题，这些古老的乐器和古老的演奏技巧只是他们自娱自乐、交友抒情的器物。

通过以上各部分的探讨，我们知道匀孔、匀品及中指现象都可以从数学理论方面得以解释，为它们的科学性正名。也集中观察到古人对自然律的灵活运用，了解到古琴并不是呆板地保持中规中矩。是不是我们自己听觉能力退化了，受不了比较有张力的音调刺激，于是拜倒在三分损益律的五度纯正以及纯律的和谐之下，以为那其它声律都是粗糙呕咽之声，必须中正在两大律的规范内？

附　录

在第三节之一、之二两段文字中所讨论的话题：古琴古谱中使用十三徽按音获得非典型中立音，以及使用徽间音位中立音，这些实例在古琴文献中比比皆是，仅笔者所查阅的一小部分，就

无有不用者，现列出目录如下：

《琴曲集成》[74]第一册

一、事林广记（琴曲） 根据《琴曲集成》的据本提要，该书是南宋陈元靓编纂的一部通俗类书，是依日本在元禄十二年（公元一六九九年）翻刻的元泰定增补本和中华书局影印椿庄书院刊刻的元至顺增补本影印。现收入《琴曲集成》第一册。

二、太古遗音 据北大图书馆藏明刊本影印。此书可贵之处在于保存了不少早已散佚的唐宋琴书、琴谱，是现存《太古遗音》的最早版本。现收入《琴曲集成》第一册。

三、太音大全集 据北大图书馆藏明刊本影印。此书可贵之处在于保存了不少早已散佚的唐宋琴书、琴谱，是现存《太古遗音》的最早版本。现收入《琴曲集成》第一册。

四、神奇秘谱 上海图书馆藏，明刻本，朱权辑。现收入《琴曲集成》第一册。

五、五声琴谱 明懒仙撰（公元一四五七），从五个琴曲的曲名、曲调、写谱形式看，可以推定是懒仙的创作，即十五世纪的古琴曲创作。现收入《琴曲集成》第一册。

六、浙音释字琴谱 宁波天一阁藏，明刊本。其中所收《神奇秘谱》以外的许多琴曲的原谱仍可推定是宋、元年间留下来的。现收入《琴曲集成》第一册。

七、谢琳太古遗音 傅惜华先生旧藏，现归音乐研究所，明刻本，黄山居士谢琳撰。现收入《琴曲集成》第一册。

八、黄士达太古遗音 北京汪孟舒先生摹藏明刻本。现收入《琴曲集成》第一册。

九、发明琴谱 北京图书馆藏明刊本，明弋阳黄龙山辑。现收入《琴曲集成》第一册。

十、梧冈琴谱 北京图书馆藏明刊本，明广西黄献所辑的琴谱专集。前有嘉靖二十五年（公元1546）陈经序，末有黄献后序，都

指明是张助的原谱。张助为明孝宗(弘治,1488—1505)召入,以“徐门正传”教太监戴义。徐门始祖徐宇是南宋郭沔的弟子。现收入《琴曲集成》第一册。

《琴曲集成》第二册

十一、风宣玄品　音乐研究所藏,明徽藩朱厚爝辑刊。现收入《琴曲集成》第二册。

十二、琴谱正传　音乐研究所藏,明刻本,明杨嘉森所辑的琴谱专集。现收入《琴曲集成》第二册。

《琴曲集成》第三册

十三、西麓堂琴统　音乐研究所藏,明刻本,明杨嘉森所辑的琴谱专集。现收入《琴曲集成》第三册。

十四、步虚仙琴谱　音乐研究所藏,明刻本,据《与古斋考存琴谱》载称,此书是明嘉靖三十五年丙辰(公元1556)顾挹江辑。现收入琴曲集成第三册。

十五、杏庄太音补遗　上海图书馆藏,明刻本。现收入琴曲集成第三册。

《琴曲集成》第四册

十六、太音传习　北京图书馆藏,明李仁撰,周桂山刻本。有嘉靖辛酉年、三十一年、四十年间诸人作序。此书为孤本。现收入琴曲集成第四册。

十七、五音琴谱　上海图书馆藏,明刊本,明藩王朱珵辑。有万历七年己卯(公元1579)沈国保定王德轩序。现收入琴曲集成第四册。

十八、重修真传琴谱　这是明刊琴谱流行较多的一种,明杨表正撰。本编采用汪孟舒旧藏万历乙本金陵三山街富春堂原刊初印本。现收入琴曲集成第四册。

《琴曲集成》第十四册

十九、琴学正声　撰人沈琯,字秋田,号古农,江宁人。康熙年

间人。此书常见本一为康熙间沈氏香度楼自刻本，一为锦堂刊本。琴曲集成以音乐研究所藏香度楼刻本影印，个别缺页以锦堂刊本补足。现收入琴曲集成第十四册。

二十、响山堂琴谱 此书现仅存残抄本，藏中国艺术研究院音乐研究所。据推测此本应是徐祎家藏的原始稿本。现收入琴曲集成第十四册。

二十一、澄鉴堂琴谱 徐祎编订，康熙五十六年后刊印。现据罕见的原刻初印残本和音乐研究所藏原刻石印本影印。现收入琴曲集成第十四册。

二十二、五知斋琴谱 据音乐研究所藏清康熙原刻白绵纸精印本影印。现收入琴曲集成第十四册。

---

[1] 机制(mechanism)指有机体的构造、功能及其相互关系。

[2] 引自萨克斯文《比较音乐学——异国文化的音乐》，《民族音乐学译文集》，中国文联出版公司，1985年6月第一版，第67页。

[3] 详见黄翔鹏《均钟考》一文的分析，《中国人的音乐和音乐学》，山东文艺出版社，1997年3月第一版，第175—214页。

[4] 原始资料详见李世斌《苦音Si探微》，《中国音乐学》1993年第2期第59—71页。

[5] 杨荫浏《陕西的鼓乐社与铜器社·定音乐器或旋律乐器上的音位》，中国艺术研究院音乐研究所资料馆，1956年油印本，第70页。

[6] 详见陈正生文《笛律与管口校正琐谈》，提交第三届律学研讨会论文。

[7] 中央民族学院文艺研究所，《中国少数民族乐器志》，新世界出版社，1986年第一版，第29页。

[8] 同[7]，第31页。

[9] 同[7]，第121页。

[10] 同[7]，第62页。

[11] 同[7]，第43页。另见杨秀昭、何洪、卢克刚《苗笛》，《乐器》1985年第5期，第23页；第6期，第27页。

[12]同[7],第147页。
[13]同[7],第122页。
[14][7],第48页。
[15]同[7],第41页。
[16]同[7],第41页。
[17]同[7],第110页。
[18]同[7],第141页。
[19]同[7],第121页。
[20]这件乐器是由友人、新疆电视台导演谭朝辉从大峡谷的深处墨脱县带回,扎西绕登老人专为他制作的,同时还送他一件竹制口弦。因为笔者当时未及转录老人的演奏,故这个音响资料没能得到测音,现常为心中一憾。
[21]长琴颈柱脚民族提琴的特征是琴颈插入琴体,并从底部伸出而成为柱脚。短颈提琴的琴颈和琴体常用同样材料制作,并往往以独根木料制成。
[22]详见关肇元编译《世界乐器图说》,《乐器》1984年—1994年连载。原著为1976年英文版 *Musical Instruments of the World——An Illustrated Encyclopedia by the Diagram Group*,Paddington Press Ltd.
[23]当时拍摄的所有图片资料都毁于假劣胶卷。我曾拍摄了常规尺寸琵琶与潮州琵琶的对比图。
[24]详见 *SOME INSIGHTS INTO THE ART OF SAPE' PLAYING*,Virginia K.Gorlinski,发表在Sarawak Museum Journal(砂捞越博物馆馆刊)第39(60),第77—98页。译文已发表在2000年第4期,《中国音乐学》,《萨佩演奏艺术之认识》,李玫译,第124—142页。
[25]该内容得自美国学者Virginia K.Gorlinski 博士与笔者的通信。
[26]详见项阳《中国弓弦乐器史》,第194页,第310—312之表一,第313页之表二。国际文化出版公司1999年10月第一版。
[27]同[7],第173页。
[28]笔者撰写此文时,使用了赵宋光先生还未发表的这部分研究成果。现已发表在《中央音乐学院学报》2001年第3期,题为《七弦琴定弦过

程数学方程的建立与求解》,第26—37页。

[29]《琴学正声·卷三·徽音歌》,见《琴曲集成》第十四册,文化部文学艺术研究院音乐研究所、北京古琴研究会编,中华书局影印本,全24册,1989年11月出版。

[30]详见杨荫浏原文的一百三十徽分对应音高的数据,原载《礼乐》半月刊1948年第一期。本文所用的计算方法不同于杨先生所用,得到小数点后3位,为清晰起见,作四舍五入处理成整数。

[31]本人所使用的计算方法是赵宋光先生在其正撰写的著作《琴律学》里创建的方法,先计算出古琴七根弦上每一徽位的相对波长(因为相对弦长与相对波长的数值是一样的,但相对弦长的表达有局限性,所以必须升华为相对波长),再根据对数的换底公式算出所涉及的每个素数因子的对数值,继而算出相对波长对应的音程的音分数,每个数据都反复演算,并与杨荫浏先生的结果互校,并在古琴上检验,直到全部无误为止。

[32]古琴徽位以2、3、4、5、6、8等分设置,在任何徽位上演奏泛音,相对弦长的数值都只可能是以分子为1的分数,所以十三徽泛音的相对弦长是$\frac{1}{8}$,十三徽更多用于旋律在低徽位区时的泛音演奏,以至于第十三徽被认为主要用来弹奏泛音。

[33]《蕉庵琴谱》为古琴家刘少椿先生演奏,许键记谱。

[34]见《古琴曲集·第二集》,中国艺术研究院音乐研究所、北京古琴研究会编,人民音乐出版社,1983年7月北京第一版,第37页。

[35]参见前文表三十三、表三十四的详细数据。

[36]同[34],第97页。《琴曲集成·第十四卷·五知斋琴谱》第489页,其九,上左第二行、第490页,其十三,上右第二、三、五行。

[37]《琴曲集成·第十四卷·五知斋琴谱》第498页,下右第一行,第499页上右第一行,第500页上左第四、五、六行,第501上左倒一行。

[38]同[37],第422页,其一,下左第六、七行;第423页,其二,上左第四、五、六行;第424页,其五,上左第六、七行下右第一、二行;其六,倒二、一行;第425页,其七,上右第五行,上右第六行,上左第一、二行;第426页,上右第五行;第429页,其十八,上左第四行,倒一行。

[39]同[37],第430页,其一,上左倒一行;第431页,其四,上左倒二行,下右第二行。

[40]同[37],第444页,下右倒一行;第445,下左第二行;第446页,上右第一、三行,上右倒一行;第448,下右第三行;第451,上左第二、四行,下右倒一行;第453页,上右第五行。

[41]同[37],第474页,上右第一、二、三、四行。

[42]同[37],第504页,其三,上左第三行。

[43]同[37],第516页,其四,上右第三、四、五行。

[44]同[37],第520页,其一,上左第三行。

[45]《琴曲集成·第十四卷·澄鉴堂琴谱》第260页,其一,上右第二行;其三,下左第五行。

[46]同[45],第314页,其八,上右第三、四行。

[47]同[45],第316页,其一,上左第一行。

[48]同[45],第271页,上右第二行。

[49]赵宋光先生根据《风宣玄品》,解出蕤宾调散声音阶的结构为:

弦 序 号:	一	二	三	四	五	六	七
借用唱名:	Do	Rai	Fa	So	Ta	Do	Rai
相对波长:	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$

还有一个可能是,二弦为$\frac{9}{10}$,五弦为$\frac{9}{16}$,七弦为$\frac{9}{20}$。

[50]同[37],第549页,其十四,上右倒一、二行。

[51]赵宋光先生根据《太音大全集》,解出清商调散声音阶的结构为:

弦 序 号:	一	二	三	四	五	六	七
借用唱名:	Do	Mai	Fa	So	Ta	Do	Mai
相对波长:	1	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{12}$

[52]同[37],第563页,其十三,上右第五行;第564页,其十九,上左第三行。

[53]《琴曲集成·第十四卷·五知斋琴谱》第573页,上右第二行。

[54]赵宋光先生根据《神奇密谱》,解出无射调散声音阶的结构为:

弦 序 号:一　二　三　四　五　六　七

借用唱名：Ta　Rai　Fa　So　Ta　Do　Rai

相对波长：$\frac{10}{9}$　$\frac{8}{9}$　$\frac{20}{27}$　$\frac{2}{3}$　$\frac{5}{9}$　$\frac{1}{2}$　$\frac{4}{9}$

[55]同[45]，第137页，其三，上左第一行，下右第一行，其四，下左第一行；第140页，其十，上右第六行；第142页，其十六，上右第三行。

[56]《琴曲集成·第十四卷·响山堂琴谱》第359页，其三，上左倒一行，下右第一行；其四，下左第一行；第362页，其十，右倒一行，上左第一行；第364页，其十六，上右第四行。

[57]古琴的指法术语。

[58]这里要特别感谢西安琴人李明中先生告诉我琴谱中记载的这种情况。

[59]1999年撰写此著时，赵宋光先生专门为笔者需要计算徽间音位而设计了公式，后来这个公式被系统化扩展为专文并发表。详见赵宋光《古琴徽分的顺逆推算》，《音乐艺术》2001年第4期，第34—39页。

[60]见《琴曲集成·第十四册·五知斋琴谱·良宵引》，第471页。

[61]中国艺术研究院音乐研究所、北京古琴研究会，《古琴曲集》第一册，人民音乐出版社，1983年7月北京第一版，第226页。

[62]见《琴曲集成·第十四卷》第471页；《良宵引·其一》，下右第四、五、六、七、八行。

[63]笔者曾在2001年1月举行的香港中文大学的一次国际研讨会上提交的《社会人文环境对文人音乐音律观念的影响——从古琴徽间音位的变化谈起》一文中专门讨论这种现象。此文发表在《中国音乐研究在新世纪的定位——国际研讨会论文集》上册，香港中文大学音乐系、中国艺术研究院音乐研究所、中国传统音乐学会合编，人民音乐出版社，2002年3月出版，第489—498页。

[64]选自应有勤《倍音律初探》之表2，该文为提交第三届全国律学研讨会论文。另见应有勤《重新认识甘美兰的斯连德若音阶(下)》，载《中国音乐学》1997年第3期，第107—121页。

[65]这个资料来自曾遂今《口弦的科学价值》一文，载《音乐研究》1987年第1期，第99—102页。

[66]黑泽隆朝《南洋·台湾·冲绳音乐纪行》，转引自应有勤文《倍音律初探》，原载《东洋音乐丛书》五。

[67] 中央民族学院文艺研究所,《中国少数民族乐器志》,新世界出版社,1986年第一版,第34页。

[68] 详见朱同编译《原始笛类乐器》,载《乐器》1993年第1期第18—21页;第2期第19—20页。

[69] 应有勤《重新认识甘美兰的斯连德若音阶(下)》,载《中国音乐学》1997年第3期,第107—121页。

[70] 同[67],第64页。

[71] 同[67],第77页。

[72] 同[67],第81页。

[73] 杨荫浏《陕西的鼓乐社与铜器社·定音乐器或旋律乐器上的音位》,中国艺术研究院音乐研究所资料馆油印本,第80页。

[74] 文化部文学艺术研究院音乐研究所、北京古琴研究会《琴曲集成》,全24册。

第六章

各民族中立音现象之文化背景比较

涅特尔(B. Nettl)在他《什么叫民族音乐学》一文中，将民族音乐学的研究范围归纳为：一、研究有关无文字社会的音乐(music of nonliterate)，这是指现存的、尚未发展出一套可阅读和书写的文字体系的社会的音乐，这种社会有些已具有相当复杂的社会组织，相当繁复的礼仪和艺术，以及复杂的音乐风格和音乐习俗(musical customs)；二、亚洲及非洲北部高文化中的种种音乐，即中国、日本、爪哇、巴厘岛、西南亚、印度、伊朗以及阿拉伯语系诸国家(和地区)的音乐文化，孔斯特(Jaap Kunst)称这类音乐为"口述的"(traditional)音乐文化；三、民俗音乐(folk music)，这是一个未被公认的范畴，可以定义为：在上述亚洲高级文化和西方文明中，以口述方式来传承的音乐，曾与附近某种经历过相当程度发展的音乐文化有过交流，并深受影响，但仍保持以口述方式传承并留存于各种社会制度以外的地方。[1]

前面各章节所探讨的特殊音律现象普遍存在于上述三类音乐中，也就是说无论形式简单的、复杂的、低级的、高级的音乐，都

有可能使用这种比已知律制略为复杂的音律。选取这样的角度，当然不是为了研究音乐在人类更广泛的社会、文化联系中的功能，在文化中所起的作用。而是要通过乐音结构的因素分析，了解某地、某族群的音乐风格特征，也可以从现存的这些特征分布，结合民族发展、历史发展，判断某种音乐形式的传播或传承情况，对于人类学家解说文化现象具有独特的、辅助性用途。另外，有关这种特殊音律现象，历史上除阿拉伯有研究传统和研究成果外，其它所涉及的民族、地区、国家都缺少足够的律学探讨。虽然19世纪末、20世纪初，西方学者对东南亚地区的泰国、缅甸、印度尼西亚等国的纷繁音律现象进行了测音，并归纳为某种制度，但由于缺少律学理论的分析和单纯追求平均化，其结果是：1. 各种五平均律、七平均律、九平均律或十平均律的归纳并不符合当地或该民族的音律实际；2. 缺少律学原理的支持，故而不能上升为律制理论。而且这种民族平均律造成的影响极大，带来的误解也就极深。几乎每一篇西方民族音乐学的经典论文，凡涉及甘美兰音阶或缅甸、泰国音阶，都毫不含糊地描述其为某种平均律。

关于东南亚民族平均律说被如此广泛地接受、认同，大概可算是律学研究中最大的误读个案。因为最早做出平均律假说的埃利斯本人在他著名的论文《论各民族的音阶》中坦率地说："……从爪哇的第二种五声音阶形式来看，……可以说是具有大体上为100、150和300音分的音程，即近似于半音、四分之三音及小三度的音阶。**但作者对此也未能赋于充分的理论基础**（黑体为笔者所标）。"[2]其实埃利斯本人只是把测音的频率结果用对数表达而使音的高度直观显现。虽然出于某种片面的理论，他把音分数作平均化处理，而作为严肃的学者，他列出了原始数据和个人分析数据。因此，埃利斯只能做出结论："全世界不是只有一种音阶，或只有一种自然音阶，或必须以赫尔姆霍兹极为巧妙地设立在音响学上的构成原则为基础的那样一种音阶，而是有着非常多的和各式

各样的不同音阶。其中有些是极其人为的，甚至还存在着具有很随意地发音的音阶。"[3]在他以后的众多学者忠实地接受了他的个人分析结果，而忽略了他这句至关重要的话，即他已经明确表明，他本人不能解说这种平均律存在的合理性。殊不知人的听觉系统有精巧的频率整数比选择能力，古老的心理听觉形成于物理基础上。赫尔姆霍兹以音响学为构成音阶的基本原则是合乎科学法则的，他(们)的音阶架构是一个历史阶段的成果，对含中立音的音阶的价值判断和理论把握是我们现在应该做到的。自然民族对自然法则的了解和把握是在自然进程中实现的，而平均的音分数只有通过计算才能得到。如果说自然民族有计算的话，那只是真数间的关系，如经验地均分孔距或弦长(比如我国斫琴师们世代相传的"摺纸法")。这样的做法会在一定范围内(如纯五度、纯四度间)得到符合自然法则的真数等差数列，关于这个数列模式在第二章已经详细阐述，此处不再重复。那些各式各样的不同音阶之发音规律的确存在，即使是"随意地发音"，也必是符合音响学原理。音阶的组合是人为的结果，但音阶的音律属性是隐含在音阶表面下的、人必须遵从的自然法则，那种自然数的效果是在无意识中实现的。

自1925年王光祈在其《东方民族之音乐》一书中提出"乐系"的概念，并将世界种类繁多的乐制归纳为三大乐系：中国乐系、希腊乐系、波斯阿拉伯乐系[4]，对于描述和分析世界各民族奇特的音律现象的确显得纲目清晰和易于比较。尽管在现今的民族音乐学研究中，人们根据研究角度、研究方法的转变，提出：中国音乐体系、欧洲音乐体系和波斯阿拉伯音乐体系[5]及中国音乐文化体系、欧洲音乐文化体系和波斯阿拉伯音乐文化体系等概念，但无论名称如何变更，都保持了三个框架的分类标准，而且这种基于比较音乐学发展起来的理论方法，由于其涵盖严密，直到今天仍是人们常用的方法。

但本文要提出的质疑是:四大文明古国之一的印度,其音乐的系属何所归依?

值得反思的是,这种建立在20世纪早期德、奥学派认识基础上的"三大乐系"观念是否全面?世人公认的四大文明古国对全世界的影响是长久和全面的:希腊乐系的文化来源得自埃及文明的传播;波斯阿拉伯乐系的文化来源得自巴比伦文明的本土沉积;中国乐系是中国古代文明的世代相袭。印度有古老的文明和丰富的音乐传统,印度音乐对世界的影响是具体而系统的,但在这三大乐系的划分中,其地位却未得到承认,只是笼而统之地被归入波斯阿拉伯乐系,这对于四大古代文明之一的文化地位而言是相称的吗?公正的吗?符合历史事实的吗?

印度有大量古代音乐舞蹈戏剧的典籍、名作,对印度支那半岛和中亚、西亚的影响极为深刻,至今在这大片地区的民间文学中,仍然可以看到与印度文学相似甚至相同的母题情节。印度自古就有发达的音乐理论,成书于公元前二世纪的《乐舞论》(婆罗多Bharata著)是世界上最早按发音原理分类,将乐器分为弦振、气振、膜振和体振的乐器分类法著作,书中还系统阐述"格拉玛"(grama,音阶)、"斯鲁蒂"(Sruti,律)等学术概念,阐明了"斯瓦勒"(Svara,音级)相互之间的协和关系,以及音阶如何演化成"贾蒂"(Jati,调式)。这套音乐理论有印度多弦弹拨乐器"西塔尔琴"(Sitar)和"维纳"(Vina)作为表现载体得以张显。

在中世纪早期,龟兹就成为印度文化向中亚、西亚传播的中心,最具体的历史遗迹就是龟兹石窟中众多印度风格的绘画、雕塑,以及壁画中描绘出的种种印度系乐器和表演场面[6]。在中国史料中记载的苏祇婆弹五弦,则是以龟兹为中介向中原输入印度音乐理论的典型事实。至于郑译如何从苏祇婆的演奏中得到启发,"五旦七声"理论对中国燕乐理论产生怎样的影响,也是音乐史家们素来关注的历史事实。

印度音乐向世界其它地区的传播有两个方向：西北方向以10世纪从印度西北分离出去的民系、流浪的吉普赛人为传播群体。他们的足迹印遍中亚、西亚，直到欧洲中部，最远到西班牙。他们的音乐对欧洲各国的影响具体而鲜明，以"吉普赛音阶增二度"为特征，这一点在巴托克、柯达伊、萨波奇•本采等人的著作中都多次提到。

记得20多年以前，中国刚刚结束那段文化特殊时期，进口电影成为当时最隆重的文化享受，而那时常以电影节的形式一口气播放数部来自某国的电影。在一个墨西哥电影节上播放的一部名为《叶赛尼亚》的影片给我记忆深刻，因为那影片里一段吉普赛人在广场舞蹈时演奏的音乐，竟然是新疆人都非常熟悉的一首民歌。新疆人在聚会时常歌唱这段旋律，根据场合即兴配上不同的歌词，现在还被流行歌手改编为流行歌曲。当时从未想过这其间的来龙去脉，随着时间的推移，这件事也就渐渐淡忘了。前几年，一个匈牙利国家吉普赛乐团来中国演出，其中演奏的一首乐曲又一次引起我的注意，因为还是那首每个新疆人都熟悉的乐曲。而笔者去年刚在欧洲买到一片世界各地吉普赛音乐集锦的光碟，其中一首来自罗马尼亚的民歌，其旋律框架与那首新疆民歌正如同一首母体的不同变异，而且变异程度并不大，甚至可以立刻感受到两者间的联系。现在无从考证传遍新疆的这首民歌来自哪里，始自何时，但新疆维吾尔族音乐文化与印度音乐文化之间的相似之处已有很多研究与叙述。如果新疆这首民歌的确与吉普赛人的流浪有关，那令人惊讶的就不仅是音乐会随着人群迁移而被带到多么遥远的地方，最关键的一点是：她的外形会被保持得那样隽永不褪色，在如此广泛的区域里的演绎，也能一下就被辨认出来。这首民歌给人的另一个启发是，正是因为其特别成熟的结构形式和强烈的精神气质，使她能跨越时空，严守自己的母体形式而不会在时间的推移中变得面目全非。又因为她所流行的人群持有相似

的音律观念和节奏感受，因此她的特征性样态一直被保留下来了。

印度音乐向东南方向的传播则是以“天国音阶”为特征的，这一点将在后文作具体叙述。总之，印度音乐有健全系统的理论，有成熟的“拉格”(raga，曲调型melody type)体系，有具体的传播路线和地域，作为一个独立乐系的存在，有着充足的条件。

鉴于以上叙述根据世界文化发展的历史事实，笔者在此对流行已久的“世界三大乐系”观念提出质疑。

不必多作论证，印度次大陆的音乐被归入波斯阿拉伯乐系是已经被普遍接受的理论观点，但事实并不是那样简单。前边已经提出印度乐系可以独立存在的观点，现在我们将就音乐本身体现出的规律做一番比较。

波斯阿拉伯乐系(或另两种称谓)最重要的特征是“四分之三音”，因而形成“中立三度”、“中立六度”等中立音程，这个特征与本文的主题有很大关系。这里需要讨论的是，是否所有的中立音程都来源于波斯阿拉伯乐系？比较早期的认识立足于“西来说”，认为凡涉及中立音的调式都与丝绸之路的文化交流有关，都来自波斯音乐。王光祈先生也是这样认为。[7]在20世纪80年代以来已发表的众多有关中国音乐中的“中立音”现象研究的文章，多半已不再如此认识了。

王光祈先生绘制了一个世界三大乐系流传图，标示出波斯阿拉伯乐系以古代阿拉伯和古代波斯为中心，东南方向流传到印度、印度支那半岛甚至更远的爪哇。由于西北方向的传播与本文无关，故不讨论。窃以为疑的是，自20世纪初，西方民族音乐学者(王光祈先生接受的是西方音乐学的训练，所以三大乐系划分的标准也是基于当时西方的认识)以现实的音乐文化现象中的某种特征作为判别标准，并以此种特征盛行的区域命名某乐系，是可以接受和易于理解的，但就“中立音”现象而言，简单地以古代波斯阿拉伯为中心向两个方向传播(西北方和东南方)，认为印度及

印度支那半岛的中立音现象都来自波斯阿拉伯，都来自传播的结果，这种观点现在看来不那么令人信服。同样中国乐系中的中立音也是得自波斯阿拉伯乐系，这也已不能让中国的学者同意了。客观地说，由于理论观念的变化，20世纪初期的研究结果，很多现在已经受到疑问，一些当时站在社会进化论（单线进化论）或文化传播论立场对一些民族音乐现象所作的分析阐述，现在看来是颇可争议的。但今天我们每个自诩为民族音乐学研究者的人都必须牢记，我们站在那些为这门学科的发展形成献出毕生精力的前辈们的肩膀上，我们有幸汲取了每一发展阶段中的理论精华。毕竟在乐系的框架内谈论音律和音阶有一个条理的参照，所以本章仍从乐系概念入手。

第一节

波斯阿拉伯乐系范围的中立音

波斯阿拉伯音乐由于中立音观念而形成特色鲜明的含中立音程的丰富调式，并因此命名一个乐系（当然节奏、节拍、织体也是很重要的变量）。波斯阿拉伯自古就有研究中立音程的律学传统和智慧的成果。从9世纪，阿尔法拉比（Al-Farabi，870—950年）对四分之三音程给出了12：11的比值设定，11世纪，阿维森那（Avicenna，980—1037年，即伊本·西纳）又做出13：12的比值解释。这些立足于自然律对特殊音位本质的把握，才使特殊调式具有律学理论价值和符合审美标准。

属于高文化的印度次大陆，音乐在文化艺术中占有重要地位，如前所述，印度自古也有发达的律学研究。但印度古代是把一

个八度分为22个“斯鲁蒂”(sruti,意为“能听到的最小的音程”),22个斯鲁蒂与音阶中7个音相互配合的情况为协和的纯五度含13个斯鲁蒂,纯四度含9个斯鲁蒂,不协和的大七度含20个斯鲁蒂,小二度含2个斯鲁蒂[8]。22个斯鲁蒂体系与波斯阿拉伯古代“四度相生法”而得的九律及13世纪萨菲·阿尔定(Safi al-Din,公元1230—1294年)的十七律(继续以四度相生得之)是不同的两种音律观念,阿拉伯的调式概念“金斯(jins)”[9]与印度以两种主要的七声音阶——萨音阶和玛音阶——演变的各种调式“贾蒂”(jati)相比,也有很根本的差异。萨音阶和玛音阶是较纯律化的自然音阶,于本文主题无关,故不在此赘言。

13世纪时,克什米尔音乐理论家娑楞伽提婆(Narada Sarngadeva,1210—1246)提出古代印度有一种“天国音阶”(gandhara-grama):

格音阶:	ga			ma			pa			dha				ni		sa	ri					ga
相当今	(g)			(a)			(♭b)			(c)				(d)		(e)	(f)					(g)
日音名:																						
斯鲁蒂:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
相邻斯鲁蒂数:		三			三			三			四				三		二		四			

这个音阶的特别之处在于,纯四度内(ga-dha)包含连续3个小全音,第三级音就不是一个常规的大三度或小三度。用双轨推算的办法可以知道这是一个什么音:

办法一:498.05 − 182.40 − 182.40 = 133.25音分

纯四度 − 小全音 − 小全音 = 近似中二度

$$\frac{4}{3} \div \frac{10}{9} \div \frac{10}{9} = \frac{27}{25}$$

pa—dha之间为纯律范畴的近似中二度。

办法二:182.40 + 182.40= 364.80音分

小全音 + 小全音＝ 近似中三度

$$\frac{10}{9} \times \frac{10}{9} = \frac{100}{81}$$

ga—pa之间为纯律范畴的近似中三度。

这可以被称为“双轨推算形式”，即在真数领域里音程系数乘除运算，对数领域里音程值的加减运算，对音程内外做详细表述。

虽然格音阶(gandhara-grama)在婆罗多撰写的印度最古老的音乐、舞蹈、戏剧理论《乐舞论》中没有提及，但据说在印度史诗《摩诃婆罗多》(约公元前4世纪左右)中有记载。娑楞伽提婆说这种音阶“仅在天国，不在人间”，可见在他那个时代已不使用这种音阶，甚至是在婆罗多时代就已经不存了。法国学者阿兰•达尼埃曾在《柬埔寨和老挝音乐》一文中提到这种音阶，认为是“已经失传了的甘达拉 (gandhara-grama) 音阶体系 (7个相等音程的音阶)，很可能与今天仅在印度支那和暹罗存在的一种旋律性音阶相近似。……人们不太理解‘甘达拉’怎么会完全消失了，就说它已经回到天堂里去了。然而在那些保存了竖琴或其它固定音乐器的地区，它仍然存留下来。因此，今天我们还可以在东方国家、印度支那、缅甸和巽他群岛上找到它。”[10]

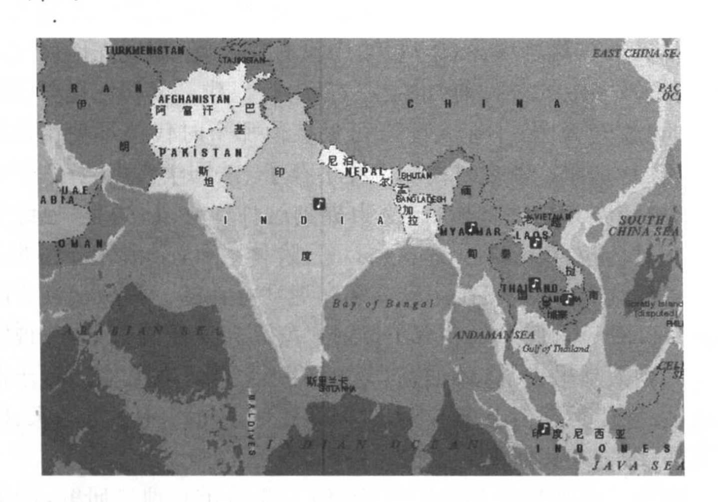
印度虽有斯鲁蒂和音阶理论，但主要是乐制理论研究，即多变化的七声音阶体系，如萨音阶、玛音阶和格音阶三种音阶及后来更多种音阶型。这种斯鲁蒂体系表明古代印度音乐家对音高有高超的分辨力和演奏时能够严格控制音高，虽然有评价说古代印度人在理论上熟悉声学方面的复杂计算法，但就现今能看见的介绍斯鲁蒂体系的文字，却从未有基于声学基础的律学计算结果。所以说印度人有律学研究，但并没像阿拉伯人那样对音律的物理本质进行探求，至少从现有的文献看是如此。

“天国音阶”虽在印度本土至晚13世纪已不传，但如阿兰•达尼埃所说，我们可在其它地区看到它的分布，如印度支那、缅甸。[11]

一、与天国音阶相同或相近的音阶

“天国音阶”分布区域：（图中以音符标记标识出者为在“天国音阶”或类似音阶存在。）

图二：



1. 泰国的中立音音阶

首先我们看看埃利斯和施通普夫对泰国木琴“拉纳德·埃克”的测算结果：

七律：	1	2	3	4	5	6	7	(8)
相当今日音名：	(c)	(d)	(^{d}e)	(f)	(g)	(^{d}a)	(^{b}b)	(c)
埃氏音分数：	0	184	350	511	708	866	1044	1218
施氏音分数：	0	183	344	523	687	865	1037	1200

笔者以为第七级音应为半降b（$^{\uparrow b}$b）。它们可以有如下三种律学解释：

相对波长Ⅰ：1 ： $\frac{9}{10}$ ： $\frac{9}{11}$ ： $\frac{3}{4}$ ： $\frac{2}{3}$ ： $\frac{11}{18}$ ： $\frac{11}{20}$ ： $\frac{1}{2}$

理 论 音 高：0 182.40 347.41 498.05 701.95 852.59 1035.00 1200

相对波长Ⅱ：1 ： $\frac{9}{10}$ ： $\frac{32}{39}$ ： $\frac{3}{4}$ ： $\frac{2}{3}$ ： $\frac{39}{64}$ ： $\frac{64}{117}$ ： $\frac{1}{2}$

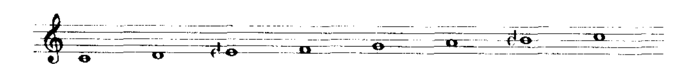
理 论 音 高：0 182.40 342.48 498.05 701.95 857.52 1044.44 1200

相对波长Ⅲ：1 ： $\frac{9}{10}$ ： $\frac{81}{100}$ ： $\frac{3}{4}$ ： $\frac{2}{3}$ ： $\frac{3}{5}$ ： $\frac{27}{50}$ ： $\frac{1}{2}$

理 论 音 高：0 182.40 364.80 498.05 701.95 884.35 1066.77 1200

前两种关系比较简单，第三种关系则在下半段纯四度和上半段纯四度框架内都有所谓“天国音阶”三度，这种音阶各音级间的比率关系所呈现出的律学特点是纯律的复杂化，这样的音阶也存在于缅甸、柬埔寨、老挝和新加坡等东南亚国家的乐器中。

事实上在泰国中部的歌曲中也常常听到这样的音阶[12]：



泰国民族音乐中的音律繁复，如果说歌唱中的特殊音律是出于游移波动形成的，那么他们的定音乐器所表现出的中立音音程结构，就实在是出于特别追求的音感观念了。木琴“拉纳德•埃克”的“中立三度”和“中立六度”已是周知的事实[13]，但从测音数据和律学分析来看，其实更重要的是“中立七度”。

2. 缅甸的中立音音阶

以下是埃利斯、霍恩博斯特尔和韦斯特对缅甸木琴类乐器“巴德•塔拉”的测算结果：

七　　律：	1	2	3	4	5	6	7	(8)
相当今日音名：	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(a)	(b)	(c)
埃氏音分数：	0	176	350	533	707	899	1053	1246[14]

霍氏音分数：	0	164	336	509	692	863	1040	1204
韦氏音分数：	0	199	372	533	717	889	1035	1200[15]

这同样可以用这样的律学假设：

相对波长：$1 : \frac{9}{10} : \frac{81}{100} : \frac{20}{27} : \frac{2}{3} : \frac{3}{5} : \frac{27}{50} : \frac{1}{2}$

理论音高：0 182.40 364.80 519.54 701.95 884.36 1066.71 1200

缅甸音乐理论家札夫(Khin Zaw)在其著作《缅甸音乐初探》中提出“缅甸标准音阶”，用现今通用音名表示为[16]：

七律：	1	2	3	4	5	6	7	(8)
相当今日音名：	c	d	e	f	g	a	b	c
缅甸标准音阶：	0	200	360	540	700	880	1040	1200
校正值(埃氏)：		-24	-10	-7	+7	+19	+13	+46
校正值(霍氏)：		-36	-24	-31	-8	-17	±0	+4
校正值(韦氏)：		-1	+12	-7	+17	+9	-5	±0

显然，埃利斯、韦斯特的测算结果相当于缅甸标准音阶，只是埃利斯的高八度音发生很大偏差。这个来自本民族理论家的观点是应该重视的，而埃氏和韦氏的测音数据也给扎夫提供了证明。

有一个经常被人们作为东南亚民族七平均律而引用的根据，就是关于埃利斯对泰国乐工所做的实验：前后用拉纳德•埃克琴的不太准的七平均律和平均的七律给乐工试听，演奏者们异口同声地认为平均七律是准的。我曾经为泰国乐工的听觉反应深感不解，又不得不接受这个事实，因为那毕竟是实实在在的试验结果。可近来读书时，对这个陈述发生疑惑。以下两则资料说明当时埃利斯是用十二平均律或五度律或纯律的七声和七平均律七声对照，而非上述的两个对比量：

资料一：埃利斯在伦敦暹罗使馆中试验定音之法，暗中以西洋乐制定各弦之音，遂问暹罗领事馆人员纯否，答曰："不纯！"，暗中改为七平均律定弦，遂再问纯否，众口同声答曰："恰到好处！"

引自《东方民族之音乐·自序》，见《王光祈音乐论文选集》第126页。

资料二：埃利斯对泰国音阶进行调查，有关的根据来自泰国公使以及在展览会上进行演奏的乐工处得来。

引自《论各民族的音阶·附记的注》，见《民族音乐学译文集》第20页。

究竟哪个陈述是正确的呢？我没有看过埃利斯的原文和全文，不知他本人如何说这件事，但王光祈是看过原文的，而且他在自序后特别注明"本书所据材料较为详确故也"[17]。

埃利斯在自己文章中详述所有的音响资料来源，他对泰国音乐根据得自泰国驻英国公使馆的介绍也与王光祈的叙述一致。

如果的确如同王光祈先生的描述，我的疑惑也就烟消云散了。泰国人的听觉若以西洋律制与根据音分数算出的七平均律相比，当然对七平均律更有亲和感，因为普通七声音阶和七平均律七声音阶相比，后者的三度音、六度音及七度音更接近他们的听觉要求。所以，这又是一个值得存疑的问题！

从泰国和缅甸的测音数据可见，"天国音阶"的重要特征在主音上的小全音。在这个基础上，中立音的产生是由于小全音叠加造成纯律演绎的复杂化，这和早在公元前2世纪时就被记述在《乐舞论》中的"22斯鲁蒂"理论之间有着深厚的文化继承。如果一定要把这归在波斯阿拉伯乐系中，显然缺少理论的根据。就在中古阿拉伯人继承古希腊文明，在纯四度内使用四音列构建自己的乐学体系时，印度人早就有了两种构成各种调式的基本音阶"萨音阶"(sadja-grama，简作sa-grama)和"玛音阶"(madhyama-grama，简作ma-grama)，甚至那已经失传了奇特的"格音阶"

(gandhara-grama,即所说的"天国音阶")。

3. 伊朗的中立音音阶

在日本学者关鼎先生的《亚洲各国民歌》一书中,提到伊朗民歌中经常使用与"天国音阶"一样的音阶[18]:



不知这样的说法有什么根据,但据伊朗音乐理论家法哈特(Hormoz Farhat,1928—) 对传统音乐体裁"达斯特加"(dastgah)的研究认为,达斯特加音阶中最重要的是"调式片断",每个音阶中含有一或三个"调式片断",每个调式片断约合四音列或五声音阶。现在我们可以对一个"调式片断"进行分析。

四音列模式:	Rai		Mi		Fa		So
相对波长:	1	:	$\frac{12}{13}$	:	$\frac{27}{32}$	:	$\frac{3}{4}$
音程系数:	|	$\frac{13}{12}$	|	$\frac{128}{117}$	|	$\frac{9}{8}$	|

这是"舒尔"(shur)音阶中的纯四度框架,"阿布•阿塔"(abu ata) 音阶、"达什蒂"(dashti) 音阶、"巴亚特埃•托克"(bayat-e tork)音阶、"阿夫沙里"(afshari)音阶、"塞加"(segah)音阶和"纳瓦"(nava)音阶等等,内部都包含了这样的纯四度框架,它被安置在不同的部位[19]。换句话说,伊朗音乐中的各种音阶是由这样一个基本框架或连接、或叠加、错置而派生出来的。其音律关系继承了伊本•西纳早在11世纪就提出的13∶12的数理规范。而且与阿拉伯人以乌德(Ud)弦乐器为载体,在纯四度定弦的框架内改造指位系统的传统是一脉传承的。显然,它和"天国音阶"的纯律化传统并不一致。

4. 阿拉伯特性音阶

阿拉伯人虽仿效古代希腊音乐理论，用四音列作为构成调式的基础，但他们的四音列却是含有中立音的四音列。以下是“金斯”(jins)体系中4种代表性的四音列[19]：

拉斯特(rast)

	Do		Rai		^{d}Mi		Fa		(So)
相对波长：	1	：	$\frac{9}{8}$	：	$\frac{22}{27}$	：	$\frac{3}{4}$	：	$\frac{2}{3}$

Rai--^{d}Mi之间的音程系数为： $\frac{12}{11}$

拜亚提(bayati)

	Rai		^{d}Mi		Fa		So		(La)
相对波长：	1	：	$\frac{11}{12}$	：	$\frac{27}{32}$	：	$\frac{3}{4}$	：	$\frac{2}{3}$

西卡赫(sikah)

	^{d}Mi		Fa		So		La
相对波长：	1	：	$\frac{81}{88}$	：	$\frac{9}{11}$	：	$\frac{8}{11}$

奈季迪(najdi)

	(Fa)		So		La		^{d}Si		(Do)
相对波长：	$\frac{9}{8}$	：	1	：	$\frac{8}{9}$	：	$\frac{22}{27}$	：	$\frac{3}{4}$

La--^{d}Si之间的音程系数为： $\frac{12}{11}$

这个传统一直可以追溯到“扎尔扎尔中指”：

空		食		中（扎尔扎尔）		无名
弦		指		指		指
1	：	$\frac{8}{9}$	：	$\frac{22}{27}$	：	$\frac{3}{4}$

$(108 : 96 : 88 : 81) \times \frac{1}{27} \times 2^{-2}$

从这个数列可以清楚看出食指、中指、无名指相互的间距是较均匀的。

阿拉伯的特性音阶[21]关系如下：

	So	La	♮Si	Do	Rai	Mi	Fa	So
相对波长：	1 ：	$\frac{8}{9}$ ：	$\frac{22}{27}$ ：	$\frac{3}{4}$ ：	$\frac{2}{3}$ ：	$\frac{11}{18}$ ：	$\frac{9}{16}$ ：	$\frac{1}{2}$

求连比：$(108 : 96 : 88 : 81) \times \frac{1}{27} \times 2^{-2}$

$(108 : 96 : 88 : 81) \times \frac{1}{9} \times 2^{-4}$

这样的音阶关系继承了法拉比早在10世纪提出的12∶11的数理规范。

从如上分析可见，波斯、阿拉伯乐系与印度音乐有完全不同的律制规范，是典型的含“中立三度”和“中立六度”的调式音阶。“天国音阶”则是纯律范畴的近似中立音程，所以，伊朗的中立音调式不是“天国音阶”的传承。

印度支那半岛诸国与印度在血缘及文化方面有千丝万缕的联系，已经有很多专门的研究论著，此处不必多做重复。“天国音阶”之所以在这个地区有很深的渗透，可以看成是由于传承的结果。文化传播现象普遍存在，随着人们的迁徙，文化现象发生空间转移，这是尽人皆知的。在这里谈传播并不意味本文必然是传播学派的追随者，但在讨论大部分地区的中立音现象问题却必然涉及文化的传播。笔者所以要强调这一点，是因为曾经有朋友好心提醒我，使用传播概念要慎重，担心我会落入传播论的陷阱。但我想客观地、历史地看音律现象，确实存在着空间转移的事实，而且在这叙述中，必须使用“传播”和“传承”这两个概念，笔者在硕士

论文中曾勾勒氐羌系集团在迁徙过程中，中立音现象所发生的时空传承及传播。此时恰好收到了新一期《交响》，看到郭树群、李瑞津的文章，其中发表了对“传播”和“传承”概念的解释，正好支持了本人的观点。不妨抄录如下：

“从历史的角度看，‘传播’与‘传承’的概念，是对文化现象在历史的横向或纵向发展中所作衍展的特定描述，它们是人类文化赓续不绝的主要动因。……在中西音乐文化的赓续衍展中存在的某些共性因素，它们可能存在于几近相同的历史时段上的不同文化之中，这可能与‘传播’相关；它们或存在于某种文化的历史纵向发展中，这应当是一种‘传承’的表现。”[22]

天国音阶在印度支那半岛的存在，表面的原因是传播，但似乎还有另外的心理依据。进化论有一个非常积极的观点，即“心性的一致性”。这个观点认为全世界人类的心性和智力大致都是相同的，这后来被传播学派发展为“原质观念”，这其中包含了各民族的各自生活条件（地理环境），使“心性同一性”理论变得更具体。从这个观点出发，我们不应忽视在全世界大部分地区都有的口弦、鼻笛、口弓琴等泛音乐器，有了这样的乐器，发现和使用中立音程的机遇是相同的。

伊朗和印度这两地的人种来源和语言系属关系之密切，历史上的人群迁徙、转移频仍，发生文化传播的可能性很大。至于中立音的起源，在这两地都有很充分的条件。因为他们都是很早以前（约4000年前）就使用弦乐器，这个音体系提供了产生中立音程的条件，印度人使用口弦的事实不知是否更为他们的中立音来源多了一条途径。上述分析显示了他们各自音乐中产生中立音的调律运动有着不同来源。

二、口弦与氐羌系族群移动的路线重叠

在第二章中，我们曾经讨论过听觉系统在对乐音选择方面的作用，特别是口弦以口腔为共鸣体，通过骨传导，传递给大脑神经中枢的谐音信号最多，较之其它乐器，更容易获取已知律制中特别回避的第7、11、13号谐音。在印度、印度支那半岛、马来半岛及印度尼西亚群岛都有口弦，这是获得中立音程的物质基础。罗艺峰在其近作《口弦源流的历史学语言学研究》一文中，通过语言历史比较法探索口弦的起源和流传、分布状态。立论的基点是：乐器名称的民族语言可能是一种极为古老而又稳定的文化要素，它的内涵，可能暗示了使用这一乐器的民族的迁移方向和路线、证明在音乐文化的层面上照见的族源关系。

从这篇文章所列的世界各地口弦名称表及正文分析，我们得知同属藏缅语族的北缅甸克钦人(Kachines)口弦音读(gongina)几乎与中国大陆藏缅语族的口弦音读一样；婆罗洲岛印度尼西亚语族穆鲁人(Murut)、卡塔赞人(Kadazan)、巴厘人(Balinese)口弦音读与中国大陆藏缅语族口弦音读部分音节相同；马来半岛马六甲语族的色诺依族 (Senol)、塞芒人 (Semal)、特米亚人(Temiar)、马六甲人(Malacca)的口弦音读与中国大陆藏缅语族口弦音读部分音节相同。口弦名称音读上的跨语言的相似性反映了它们间的同源或传播关系。从口弦相似音读分布带看，与"人类学走廊"的青——甘——陕——川——滇——缅道基本一致，在这条路线上曾发生过数次古氐羌人大批南迁。罗文最后判断口弦流传路线和方向：自云南入中南半岛再下马来半岛进入婆罗洲及印尼群岛，此为西线；入海进入台湾再传至菲律宾，进入北婆罗洲，此为东线。推测起来，东南亚及东亚内陆以竹木为主要材料的南方型口弦之起源，应当在青海高原东南部，具体就是在黄河、长江发源之河曲地区，为古氐羌民族，即大陆蒙古人种所发明[23]。

从口弦名称的语言学比较研究得出的结论，可说是一个很有

力的实证材料。如果支那半岛、马来半岛和印尼群岛的口弦是很早的时候就从中国大陆传过去，那么这个地区的中立音现象就有更多来源。笔者曾在拙作《中立音源流猜想》[24]一文中分析了大量散播在古氐羌迁徙之路上的各族民歌，这些氐羌系的民族基本上都有中立音现象，这种现象分布也与"人类学走廊"一致。由此看来，被划分为波斯阿拉伯乐系范围的支那半岛、马来半岛和爪哇的中立音调式并不一定就是从波斯阿拉伯乐系流播过来。那里的人们除了有条件自己发现和使用中立音程，还有接受来自中国大陆的影响。如果东南亚地区各民族由于曾作为中国的属国而称臣纳贡，或献礼示好并作为回馈而得到中国音乐文化的影响。接受了中国式的旋律、调式，这并不是太困难的。如《后汉书•西南夷列传》记载掸国（今缅甸地区古名）遣使通过西域"越流沙、逾悬度，万里贡献"及《新唐书•礼乐志十二•南蛮列传下》所记载的骠国献乐事迹，都说明国度间的音乐交流是很大的事件，有很大的影响。但宫廷音乐活动对民间音乐的发展并不具有即时效应，而音律习惯也必须以更内在的条件做基础，因为这种深层的精神气质是难于传播的。口弦及其它泛音乐器是形成这种音律审美习惯的可以考见到的实证。另外就是下文要谈的人群迁徙带来的文化移动。

三、氐羌系族群的分布

被划分为波斯阿拉伯乐系范围内的地区有大量古代氐羌人的后裔，这些族群的音乐中都有中立音的形态特征，如果简单地把这些都看做是波斯阿拉伯音乐的影响是不合适的。

笔者在拙作《中立音源流猜想》一文中曾经提出古代氐羌人发现并偏爱中立音程。而且这个音乐形态上的特征牢牢附着于氐羌民族文化的大系统中，在封闭、稳定的自然、社会环境中世代相

裘，保存至今。自古以来，氐羌人迁徙路途长远，一直走到境外，到达印度次大陆和印度支那半岛。结合今天在这些地方仍存在的中立音现象与氐羌系族群分布相一致，有足够多的理由可以认定这种文化因素随着人群迁徙被带到新的土地。

支那半岛与中国文化的关系也同样深厚，如果我们对中国地区中立音现象存在之文化背景原因的分析是成立的话[25]，那么，支那半岛的中立音现象就还有它种来源，比如，从中国传来，而且是一种民族内的传承。现在根据民族史料梳理支那半岛氐羌系民族的来龙去脉。

缅甸克钦人

主要分布在缅甸北部克钦邦内，此外还分布在掸邦等等其它地区，共有58万人。克钦人亦称景颇人。除了缅甸外，这个民族还分布在中国、泰国、老挝以及印度东北部，该族统称“景颇”。“克钦”意为“野山民”。克钦人的支系有：“茶山”、“朗沃”、“载佤”等。多数学者认为，克钦人的先民基本上是于公元13—19世纪由北方移入缅境的。属藏缅语族民族及其文化[26]。

缅甸掸人

240万人，是缅甸泰语族民族中人数最多的民族。主要分布在缅甸中部的掸邦高原、缅东北部，以及西北部亲敦江上游地区。

泰国掸人

约5万人，同族主体部分在缅甸，成立掸邦。泰国掸人分布在泰国西北部与缅甸毗连的边境地区。泰国掸人自称“泰耶”，(意即“大泰”)。属泰语族民族与文化。

掸人的先民在公元初年由北部进入缅甸，泰国学者披耶阿努曼拉查东认为，“掸”(音Shan，还有“暹”，音Xian)这个词来自中文的“陕”或“陕西”，两千多年前，掸、暹的祖先就生活在“陕”以西，后逐渐南下，而云南南诏国的国名，在中国的典籍中，早期被称为“掸鄯”。他是从语言学的角度看这个族名，但他说“我不想在这个

复杂的纯语言学问题上走得太远”，所以未作太多论证。在披耶阿努曼拉查东的这本书中说，从文化上来看，泰国可分为四个地区：北部地区、东北部地区、中部地区和南部地区。北部地区主要是泰族，通称为“泰乃”或“北泰族”，多属两种族系：孟—高棉语系和藏缅语系。缅甸掸人被称“泰耶”或“大泰”，而“泰国中部或暹罗的泰人被称为‘泰乃’或‘小泰’” [27]。

虽然掸人的语言族属为泰语族，但有学者考证“掸”来自中文的“陕”或“陕西”。这个结论很令人惊讶。如果确实如此，掸人的祖先就应该是古氐羌人，那么为什么语言族属却转为壮侗语族，这却没有见到相关的研究。而披耶阿努曼拉查东在他的书中还介绍了这样的材料：即没人能确切知道讲泰语的民族最早定居的地方。有些专家认为，泰族第一次在历史上出现是在大约3000年前的中国。他们最早的家乡是在中国西部的大片土地上的一些地方。[28]虽然披耶阿努曼拉查东并未提供更详细的资料，但这种来自泰国学者的研究观点是值得我们注意的。克钦人进入缅甸的时间比较晚，对于缅甸音乐中的中立音不是传播者的角色，他们只是自己音乐的传承者。克伦人属藏缅语族，由于氐羌人是藏缅语族的主要来源，那么克伦人的民族来源也需要关注。据《东南亚史》（古代部分）对缅人的由来分析，认为在公元9世纪时，缅族的主体进入缅甸定居下来，9世纪中期以前，他们在现代北部掸邦的山区。他们的祖先是中国甘肃的游牧民族羌人，由于秦代统治者的追逐，其中很多南逃，缅人是这些移民的东翼。[29]

泰国阿卡人（哈尼人）

3.5万人，分布在泰国青莱府的山区。同族主体部分在中国境内，称哈尼族。属藏缅语族民族及其文化。

泰国傈僳人

3万人，分布在泰国清莱府、清迈府、夜丰颂府和达府。傈僳人村寨分布在约2000米高的山上，在拉祜人的村庄之上。同族主体

部分在中国称作傈僳族。

泰国拉祜族

1.5万人口,分布在泰国清莱府、清迈府、夜丰颂府和达府。住地在山坡上,同族主体部分在中国称作拉祜族。

这些民族的精神文化与泰、缅北部许多民族大同小异,多行自然崇拜,信仰万物有灵,自然界住着鬼魂。

泰中阿卡人(哈尼族)、泰国傈僳族、泰国拉祜族都是清代及清以后从中国迁入老挝、越南、缅甸等地,然后又从那里进入泰国。所以他们虽然自己拥有中立音的音程观念,但并不是影响泰国音乐中立音观念的因素。而掸人由于在支那半岛的历史很长久,他们可能会对周围发生影响。不过,即使不挖空心思地想要证明氐羌系民族的中立音观念会对缅甸、泰国甚或整个支那半岛产生影响,也已经可以说明,印度支那半岛的中立音现象并不绝对来自波斯阿拉伯乐系的影响。这些氐羌系的后裔族群从先民那里继承了中立音的音感观念和审美听觉,并随着迁徙的脚步,把这种基因般的文化要素从原生地带到四面八方。这种体现精神气质的文化要素顽强稳定地历经漫长时空的变迁,烙在主人的心上。笔者多次注意到维吾尔人唱《东方红》或别的什么革命歌曲时,因为加上了四分之三音律的润腔而面目全非,原有的那种豪迈或庄严变成了抒情的低吟浅唱;在从大理去怒江的长途班车上,两位傈僳族妇女起劲儿地唱《哈里路亚》、《红莓花儿开》等许多宗教歌曲和抒情歌曲,但她俩能整齐地在句末音上加很特殊的滑音,使这些舶来品带上了奇妙的傈僳族歌曲的味道。

第二节

中国乐系范围的中立音现象

按照王光祈的划分，中国乐系包括中国、韩国、日本、越南、蒙古、南洋群岛以至南美。对于缅甸和泰国是否应属中国乐系，王氏认为由于这两地同时受波斯阿拉伯乐系影响，来源不甚分明，故加疑问号，留待它日再考。

就中立音现象而言，在上一节里，已经对这两地做了粗浅分析，推测该地中立音有两种来源的可能，一是来自中国腹地，一是受印度音乐的影响。现在要讨论的是蒙古、韩国及中国各地众多中立音现象之来源。

一、中国境内的中立音现象及类别

在中国境内的许多地方都有中立音现象，笔者曾在硕士论文《陕西、潮汕、新疆维吾尔族木卡姆音乐中的中立音现象及人文背景分析》中有专门的章节（即第四章《中立音源流猜想》[30]）追溯中立音的产生、流播，今次还将补充些材料。

首先必须简要介绍我在那篇文章中的主要观点。

中国历史上的民族大迁徙、大融合向着两个方向伸展，一向西北，一向西南。生活在西北高原的先民除了汉族的先民，还有匈奴的前代和古老的氐人羌人。自公元1世纪，匈奴分化为南、北二部，南匈奴渐渐附汉而消失了自己独立的族体。匈奴人在晋、陕一带，与汉族的融合是长久、彻底的，故而汉族和匈奴族的融合是横向的血缘联系；氐与羌在漫长的历史发展中和汉族历史同古同今，他们是汉族形成的族源之一，因而可说是纵向的血缘联系。他

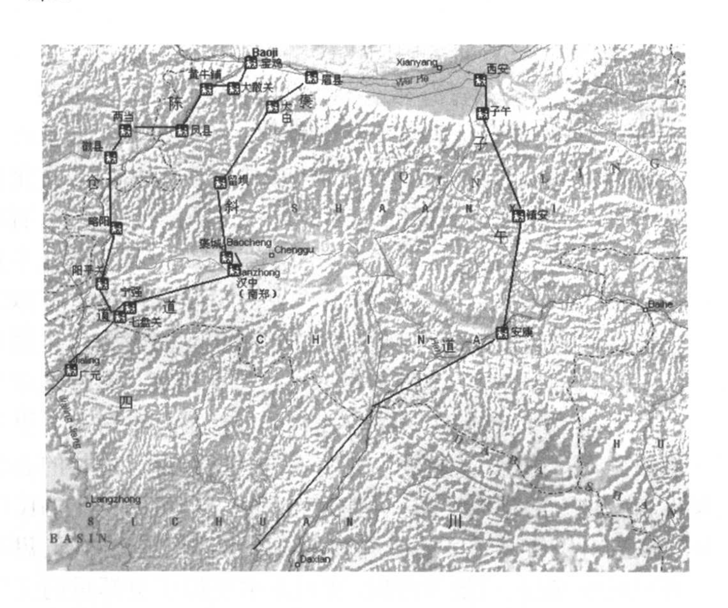
们共同创造了华夏文化。

在北匈奴西北去的沿途，都有中立音现象，甚至到现今被称为匈牙利的第一方言区（多瑙河以南地区）也有中立音现象；氐羌集团西南下的沿途，那条漫长的"人类学走廊"也一直都飘扬着含中立音那种独特味道的音调，直到印度支那半岛。这是两个迁徙路程最长、历时最久的大规模民族迁徙故事，他们所留下的文化传播事实最丰富、最奇妙。从这两个集团迁徙路上连成线的中立音现象判断，中立音程滥觞在黄河中上游的黄土高原、鄂尔多斯高原和青藏高原，这里的主人对这种特殊音律有强烈的审美认同。当他们悲壮地离开故土，去向未知的远方；或充满希望去寻找新的乐土，他们也带走了这种与精神气质紧密相关的音乐要素，边走边唱，走了许多世纪，把不同的文化因子带到了许多不同的地区，形成了异质文化杂交的文化生成方式：文化A＋文化B（B'、B"……）＝文化C（C'、C"……），中立音现象就是这许多地区所具有的相同的外在形式和细节。北方草原西部地区（包括新疆北部和东部地区）的中立音现象与匈奴有关；氐羌集团历史上大跨度、长距离的迁徙使民族分化格外复杂，西南"人类学走廊"沿途诸氐羌系民族，有些是在氐羌系迁徙中分化出来的民族，有些是比较直接的后裔民族，有些是逗留在途中与当地原住民融合成的民族。当氐羌系集团在迁徙途中发生分化或与沿途土著融合成新民族，与新环境中的文化发生"涵化"而有许多改变，但其文化的底层仍保持其母体的主要特征，中立音就是深藏在他们共同祖先的集体记忆中的"觅母"[31]，始终伴随着他们，世世代代不改其宗。口弦的同语源和中立音现象都是可以考见的觅母。

从氐羌系的历史来看，各民族音乐中的中立音现象是来自同源同祖的传承，民族学所说的"人类学走廊"与音乐形态方面某些共同因素分布带一致，正好说明这些共同因素是母体文化的主要特征。

被称为“人类学走廊”的陕川滇道在陕西境内有三条著名的路线。

图三



上图所示的三条路线为

子午道：西安——子午——镇安——安康——大巴山……

褒斜道•金牛道：褒斜道历史上曾经历过改道工程。

改道前：眉县——斜水——太白——褒城——汉中•南郑——宁强(羌)——七盘关——广元——入川……

改道后：陈仓(宝鸡)——大散关——凤县•迴车——留坝——褒城——汉中•南郑——宁强(羌)……

嘉陵故道（陈仓道）：宝鸡——益门镇——大散关——黄牛铺——凤县——两当(今甘肃境内)——徽县——略阳——阳平关——七盘关——入川……

笔者在硕士论文中罗列了大量分布在上述三条路线上的含中立音现象的民歌谱例及分析，本文通过测音数据的定量定性分析也确认这些地方的音乐的确运用了中立音程。

童恩正的中国东北至西南边地半月形文化传播带观点常被人们引用来作为分析、研究中国民族格局和文化习俗以及论证文化传播的理论支点。从青海祁连山脉、宁夏贺兰山脉、内蒙阴山山脉向东延伸，沿长城直至大兴安岭南段和从川西高原走向滇西北的横断山脉及其高地这一大片广大区域中，有着相似的文化因素——若干考古学文化方面的变量参数（细石器、石棺葬、大石墓/石棚、石头建筑、其它文化遗物如球形石器、穿孔石器、双孔半月形石刀、曲刃剑、双大耳罐等多样器皿在类型和风格上的相似）。童先生根据这些相似的文化因素之比较，做出半月形文化传播带假设。又从生态环境上所呈现的相似之点进而论证半月形地带文化同一性的原因，使我们在讨论古代移民的迁徙事件时有了更多科学的根据，而这些变量参数也证明了古代民族源远流长的心理凝聚力和文化上的排他性。这种建立在考古学研究基础上的民族学研究成果对民族音乐学的研究有重要的支持作用，当我们思考中立音现象的缘起、流播问题时，我们从中获得了更厚重的文化背景做后盾。从第三章罗列的音响文本来看，中立音现象的分布与这个半月形文化传播带相重叠，套用童恩正先生的话说："这些文化因素的相似之处是如此的明显，以至于难以全部用'偶合'来解释。因此我们如果能从头绪纷繁的文化现象中分析出这些共同之点，并且进而探讨产生这些共同性的原因，当有助于我们对于社会文化与生态环境之间的辩证关系的认识，增加我们对于古代边地民族之间的相互关系的了解。"[32]

1. 半月形文化传播带西南边地的中立音现象

今天生活在青藏高原东沿、四川盆地北端、川甘交界的丛山

密林深处仅一万余人的白马人被民族学界认为是古代氐人的遗种，而根据一项体质人类学的分组聚类法研究，也已证明是区别于羌、藏的独立民族，有远古氐人的背景，但又与羌族及嘉戎藏族有共同的起源[33]。根据多方面的研究，学界认为，由于现代白马人生活在封闭性地域环境，顽强保持着若干古老习俗，可以反映出古代氐人的基本面貌[34]。他们虽与藏族比邻而居并被称为"白马藏人"，但语言、习俗却有自己的特点，音乐也有很大区别。在他们的音乐中大量出现"↓Mi"、"↑Mi"、"↑So"、"↑Fa"等派生音位，尤其是徵调式中的"↓Si"几乎是基本音位，音乐中使用中立三度音程，比如在普通徵调式背景下附加半升清羽[35]，这种中立音现象显然来自他们的祖先。岷江上游的羌族来源是多源的，但首先是远古羌人南下支系的后裔，而羌族音乐中的中立音现象的由来也应是源远流长的。考古方面有关石棺葬、火葬、羊骨随葬、白石随葬等现象的存在，是西北古羌人南迁的物质存留，而音乐文化现象则是另一种精神物质的存留。

费孝通教授曾指出，西部羌戎族系在后来中华民族的历史形成过程中，以供给为主，成为汉族及其他许多少数民族重要的族源成分[36]，这是通过羌族群四方扩散而实现的。西南少数民族主要分为氐羌、濮越两大系，氐羌系民族音乐中的中立音现象来自氐、羌集团的代代相承。如果我们不能判断在这些有血脉、族源关系的民族中存在的中立音现象，究竟是互相传播、影响及纵向传承的结果，还是分化后、与原著民融合后吸取的新鲜文化因素。那末，"白马藏族"的音乐文化特征和羌族的音乐文化特征则可以引发我们的联想：在古代氐人、羌人迁徙的历史征程中，他们沿途洒落下民族碎片，留下具有标识性的、可以看作"觅母"的文化因素。因为他们迁徙的路程漫长，很早就来到西南地区，覆盖面广，影响也就最大，不仅可称为西南的原始文化或土著文化，还一直传到境外印度支那半岛。"中立音"这个相同细节同考古方面其它的纹

样、习俗根据有着同样的意义。有理由让我们相信是非常古老的，形成于迁徙之前，分化之前。它的原主人带着这个精神烙印，沿着山脉河流的走向去到远方，形成多种新民族。他们获得了一些新的文化因素，也保存了许多固有的文化因素，特殊音律的审美听觉是其中之一。

上一节中介绍的泰国学者的观点，泰语族的族源与古代氐羌也有辗转的关联，那么他们音乐文化中的某些相同因子就有可能与古代氐羌文化呈源与流的关系。在第三章里罗列的西南若干民族的测音资料多为氐羌系民族，但也有例外，如属壮侗语族的傣族赞哈音乐中的中立音，其来源有多种可能性，以傣族与泰国泰人的密切血缘关系，对泰国音乐中中立音现象的解释也可以用于傣族音乐中的中立音，如前所述，除印度“天国音阶”和波斯阿拉伯乐系的影响，来自氐羌系影响的可能性也是存在的。

在罗艺峰的口弦研究中，我们可以知道泰人口弦名称的音读(yangong)与藏缅语族部分相似。罗的另一个分析也是很有意思的，即历史上语言的浊声清化，声母g与k的对应，以浊声母g为声母的口弦名称可能更古老，而壮侗语族的口弦音读有傣族的Gai、黎族的Koubagong、Go-dsai等，与氐羌藏缅语族的口弦音读有极多相似性。不妨大胆设想一下，古代氐羌集团在迁徙路上，与操壮侗语族集团的先民很早就发生过文化接触，究竟泰、傣人的口弦是随古氐羌人的迁徙传播到操壮侗语族的人群中，还是在该族群内独立发生，是一个值得思考的问题。但无论如何，除了文化传播与传承，口弦这种泛音乐器本身也为一个族群提供了发现中立音的物质基础。

属苗瑶语族的苗族是个迁徙的民族，早在公元前，他们就从黄河南岸来到长江中游一带，今天的苗族只是历史上苗族的一部分后裔。在几千年的迁徙中，他们始终保持着与汉族的接触，而且越往南遇到的民族越多，他们与氐羌集团的全面而持久的文化接

触是以黔、滇为场所。在这个过程中，他们接触到许多不同民族的文化。在这个文化接触中，既有文化的失落，也有文化的吸收。由于笔者民族学知识的匮乏及资料的欠缺，苗族音乐中的中立音现象是得自他民族的传播、影响，还是得自本民族先民的遗传，本文无力深究。要研究苗族音律特点以及其来龙去脉，需要对东部(湘西)、中部(黔东)和西部(川黔滇)的苗族音乐做大量的量化比较，并结合该民族的迁徙历史，才有可能分析其音律特征的来由。本文第三章提供的贵州苗族音乐的音响实例，至少说明中部方言区的苗族音乐中是有中立音现象存在的。罗艺峰《口弦源流的历史学语言学研究》一文中所列出的苗族口弦名称有Bodie、Jia、Kashui、Huijiang等，后两种音读与藏缅语族民族的口弦音读有部分相似，罗文对k、g、h三个音的借用、互转也有充分的分析：h为清擦音，没有浊音对应，可以与k、g两音对应互谐。不知这两种音读是否出于口弦的同语源变异，不过以东南亚、东亚为中心的南方形口弦(Kashui、Huijiang这两种均为金属材料的锥形口弦，与罗文中定义的南方形竹制口弦是同形的）在形态上的一致而言，苗族口弦与其他藏缅语族民族的口弦还是会有联系的。

2. 半月形文化传播带北方区域的中立音现象

如今在西北地区各族音乐中多有中立音现象，在陕北、晋北、河套地区，内蒙古的伊克昭盟、巴彦淖尔盟阴山山脉以南的部分地区、兴安盟、哲里木盟，即大兴安岭以南地区，甚至在朝鲜族音乐中也有中立音现象；而新疆维吾尔族木卡姆音乐，甚至塔吉克族音乐中也都有中立音现象。本文第三章中提供了对维吾尔族音乐、特别是塔里木盆地西缘、叶尔羌河两岸刀郎人的测音数据，塔吉克音乐由于缺少符合测音标准的音响标本，故未做测音，但长期以来塔吉克音乐中被看作是增二度的特征性音程，随着认识水平的提高，研究的深化，现在新疆的学者已有半增二度的看法。整

个西北音乐色彩区陕、甘、青、宁民间音乐中存在大量中立音现象已基本成为学界共识。鄂尔多斯高原的漫瀚调本就属西北色彩区，而历史上"走西口"的生活方式正是形成漫瀚调的重要文化背景。所以这个地区的音乐在音律特征上表现出与陕、甘、青、宁地方的音律共性自不必多说。第三章中有关蒙古族、韩国音乐(中国朝鲜族由于迁入中国内陆时间不长，音乐上并未形成有别于朝鲜半岛的独特风格，故本文中提供的韩国音乐的测音数据也可以作为国内朝鲜族音乐的代表)的测音数据都说明这些地方也的确存在着中立音现象。

中国境内中立音现象分布与半月形文化传播带的惊人一致，当然不能全用"偶合"来解释，虽然这种音律特点是任何民族都有可能发现并使用的，但考虑到中国历史上民族迁徙的具体事件、路线和民族分化、融合、重组的实际，这种对特殊音律的审美习惯以及与这种音律相配合的音调特征会贯穿这样广泛的区域，可以想见最重要的动力来自文化的横向传播和文化内部的纵向传承。

羌人族群的迁徙是四向扩散的，虽然沿青藏高原东缘的诸江流域向长江诸水系和云贵高原的发展最为突出，最具有民族史上的重要意义，在相当程度上构成西部中国南北民族走廊上古代民族流动的主潮，但向北和西北发展的羌人也不在少数。西北方向，在新疆吐鲁番盆地、塔里木盆地南缘、昆仑山北麓，甚至塔什库尔干都有羌人足迹。自汉、魏至唐，西域各地一直都有羌人活动，并不断与西域其它各民族发生融合；向北发展到河套地区，甚至有一些直迁到今内蒙古额济纳旗一带[37]，而祁连山北麓河西走廊沿线及河套地区也一直是羌人活动的场所。不过，活动在北方草原最重要的角色要说匈奴、突厥和东胡(鲜卑及后来的蒙古在内)三大系统的各族群[38]。

即使不考虑南匈奴在今甘肃东部、陕北、山西及内蒙呼和浩特到包头一带驻留之久和后来继续内迁，大多数深入集中到今山

西汾水流域这个事实，仅从北匈奴人西迁的沿途及最后的驻留地——今匈牙利境内多瑙河地区——现今都有中立音现象来看，这种音律观念的一致性也是不能全用“偶合”来解释的。

匈奴是中国古代北方民族中，最早统一了大漠南北全部地区并建立国家政权的一个曾经强劲的民族。全盛时，势力范围深入到长城以南的河套地区、今陕北北部、甘肃兰州之西北、青海北部及新疆塔里木盆地南缘，甚至到塔什库尔干和大宛（今中亚费尔干纳盆地），时间长达约两百年（公元前202—8年）。而东汉初（公元48年）分裂为南、北二部，公元1世纪末（公元91年）北匈奴开始西迁，他们在中亚停留了两百多年，留下部分遗民，渐渐形成“悦般国”。继续西迁的匈奴人分三期进入欧洲，约自374年始为第一期，400—415年为第二期，5世纪中叶为第三期。在这个西迁过程中，北匈奴人不断同化、吸收沿途的当地部族；进入欧洲后，又与彼地民族发生同化或被同化，成为今日匈牙利民族来源之一或民族之一。当北匈奴于公元91年败走西方事件发生时，北匈奴人大致有三部分，各有不同的命运：一部分是西去的主部；另一部分残留在漠北而没有西迁的大约十余万落（户）。这一部分加入了继之壮大起来并占据了原属北匈奴地区的鲜卑族，后来又从鲜卑分化出来，即史书所载的宇文部。他们原先驻牧于阴山东部，公元2世纪时，东迁至辽西外西拉木伦河上游，统治了那里的鲜卑人，遂演化为“宇文鲜卑”，其余加入鲜卑的匈奴人，后来也全部鲜卑化，以后自号“鲜卑”，而匈奴之名则自此消失于史书记载中。还有一部分始终留在漠北西北角，不知有多少，他们没有移动，一直生活到公元4世纪末、5世纪初，最后被新兴起的柔然所并。

南匈奴在中央政权的支持下，南下入塞居住后，至五胡乱华时（公元4—5世纪），和由族内分化出来的屠各、卢水胡、铁弗等部在中原活跃一时，分别建立了“汉—前赵”（南匈奴与屠各共建）、“北凉”（卢水胡）、“大夏”（铁弗）等政权，虽然时间不长，影响却也

很大，随着先后覆灭，渐渐也被同化到汉族、鲜卑族或其它部族中去了。

南、北匈奴的迁徙、渗透，在所经之处留下文化遗存是毫不奇怪的，但中立音现象在这广大地区的事实是否与匈奴有关，是以前史学界、民族学界不曾也不可能提及的，这正是民族音乐学理当承担的责任。在上文勾勒的地域范围中，羌人也曾苦心经营，但并未能够达到河套以东更远的地方，匈奴人的活动范围则从今内蒙古音乐鄂尔多斯色彩区（伊克昭盟、巴彦淖尔盟阴山山脉以南的部分地区）延伸到阴山以东，最终到达西拉木伦河上游，即大兴安岭南段，这里也正是今天所说的内蒙古音乐科尔沁色彩区（兴安盟、哲里木盟，即大兴安岭以南地区）。

匈牙利第一方言区（多瑙河之南，也是北匈奴最终落脚的地方）和鄂尔多斯色彩区、科尔沁色彩区的中立音现象可以看作是一个考古学所说的"文化因子"，是匈奴人举族迁徙时所携带的"觅母"，随着他们向西向东的族群移动，被传播到所到并曾长久居留之处。再者，除了西去欧洲的那部分北匈奴人，其余南、北匈奴在大漠南北的影响不可能随着族名在史书上的消失而真正彻底消失，虽然他们以后自号为"鲜卑"或别的什么族称，也会受所附之主体民族文化的影响，但隐藏在文化底层的精神因素会受到不变的地理环境和生活方式的保护而继续存留下来[39]。

3. 汉族地区的中立音现象

汉族戏曲、曲艺音乐中以"苦"命名的各种音腔与梆子腔的流传有密切关系，这方面已有很多专著或论文，不必赘言。笔者在硕士论文中也已对苦音音阶、"重三六调"、"活五调"作了律学、乐学和文化背景方面的详细分析。而此次补充的具有中立音现象的湖北兴山民歌、湖南民歌材料，其形态方面表现出来的音律特征都证明，在中国乐系范围内的中立音的音律现象与波斯阿拉伯乐系

的音律特征不同，特别是兴山民歌的三声腔更体现出直接截取谐音列第8、11、13号谐音形成简单旋律的较原初状态，与波斯阿拉伯乐系的以弦长比关系变化形成音阶系列的生律方法完全不同。

二、韩国音乐中的中立音现象

虽然韩国学者并未研究韩国音乐中的特殊音律，但他们注意到了这个问题，并有简单的描述。在韩国学者Kang-sook Lee的《Certain Experiences in Korea Music》一文中曾介绍了韩国音乐中有这种音律性质，当他谈到调式和旋律时，是这样说的：

"……尽管韩国音乐有许多种重要的调式，我将讨论其中的两种——用西方记谱符号记录的最接近这些调式中的两种——ujo(羽调♭e f ♭a ♭b c)和kyemyonjo(界面调♭e ♭g ♭a ♭b ♭d)调，至关重要的一点是绝不能以西方音高关系来理解这两种调式。如果以西方十二平均律的音阶体系看韩国音乐，就不可能真正理解韩国音乐。它完全不用这个体系的音程，例如，在西方音乐中，大二度音程含200音分，而韩国音乐中相应的音程则含135音分（见Rockwell 1972年的文章*Kagok:a traditional Korean vocal form*［韩国语——歌曲：一种传统的韩国歌唱形式］)，既不是大二度也不是小二度，换句话说，西方人可能常认为韩国音乐的旋律走调了。"[40]

《新格罗夫音乐和音乐家辞典》中的韩国条目也介绍了两种基本调式类型：平调p'yongjo(主音、二度、四度、六度)[41]和界面调kyemyonjo(主音、三度、四度、五度和七度)，除了作为结音，主音通常有幅度很大的颤音。平调一般用于宫廷音乐和中部地区的民间歌曲。在中部地区，四度音和六度音微降。……界面调比平调用的更广泛，在三声调式中，主要由主音、四度和五度音构成，尽

管理论上四度和五度之间是一个小二度音程，但实际上，在宫廷音乐中五度音是微降。在时调中（一种抒情的艺术歌曲），四度和五度之间的音程只是接近小二度。这些介绍都是在谈论发生变形的音程，所谓"接近小二度"正是Kang-sook Lee和Rockwell都曾提到的135音分的小二度。遗憾的是，这些资料都未能详尽介绍调式音阶的关系，根据对两首不同的《阿里郎》测音数据来看，大概就是所谓"平调"：

So La Do Rai Mi So

从测音数据得知，二度和六度是半降的，即：

So ↓La Do Rai ↓Mi So

这与上述两则资料的描述完全一致。

韩国音乐也具有很浓的润腔意识，他们的歌唱技巧和演奏技巧中所讲究的"摇声"正如同我们民间中所说的"一音数韵"，这可能会被西方人理解为数个音，而韩国人则理解为一个音的整体变化，如同沈洽在其《音腔论》中所说的"音腔体"，即一个整体结构的"音自身变化"，它在听觉心理上形成以一种音高感为主体的带腔的音响整体，而不是不同音的组合。Kang-sook Lee在他的文章中把这种审美习惯解释为来自弄弦(Nonghyon)技巧，当演奏伽倻琴或玄琴时，左手食指和中指连续揉弦而产生许多微妙的音变化，使旋律获得丰富变化和富有色彩。Kang-sook Lee特别强调如果把这种声音现象简单地解释为颤音就不能真正理解韩国音乐的独特之美。

很显然，这种音腔意识和五声调式结构与波斯阿拉伯乐系的四分之三音体系基础上的调式观念是完全不同的。

韩国文化从根本上说与中国文化是有血脉联系的，因为构成韩民族根干的是来自中国北方族系的濊貊（音Huì Mò）族。林惠祥先生说："貉（音Mò）与貊通，又有濊、濊貉等称。貉为今高丽之祖不在今之中国民族内。其人犹安南人然，政治上不能称为中国

民族之一，然在民族上甚为密切，其密切之故，即因历史上曾为中国之一部分，文化上受中国影响甚多，而人种上亦多容纳中国之移民；此在高丽尤较安南为甚。"[42]有韩国学者根据《诗经·韩弈篇》和《潜夫论》等文献的研究，认为韩濊貊从中国西北方逐渐向东移动，分为三个阶段：第一个阶段是从跂（岐）周之西向陕西的韩城县方面迁移；第二阶段从那里到河北固城方面；第三阶段再从那里向朝鲜半岛和南东南洲一带移动[43]。还有学者认为濊貊族在血统上与舜、殷关系非常深，在中国的北疆（陕晋冀之北）以及黄海、北海沿岸（包括朝鲜半岛）都有他们的足迹[44]。由此可见，以上两位学者提出的濊貊族迁徙路线是一致的。濊貊族与匈奴、突厥一样都属阿尔泰语系，不过后两者属阿尔泰语系的突厥语族，而濊貊的语言大量使用通古斯语并混有少量蒙古词汇。近读一本韩国学者的有关韩国文化起源的专著[45]，从考古学的角度否定《竹书纪年》和《史记》所载的公元前12世纪周武王封箕子于朝鲜之说，否认箕子和后来的卫满是中国人，认为中国史书记载箕子政权和卫满政权的中国性质是要寻求思想史上的价值，的确也论之有据。但尽管如此，作者也仍然认为箕子朝鲜时住民的民族性质明显表现出正是中国史书上所说的濊貊；虽然否认卫满朝鲜是中国血统的移住民集团统治土著，但也承认中国系统的人来来往往，"中国的移住民和地方上的二流文化进入了韩半岛"。这本书有很浓厚的民族主义倾向，极力要证明中国文化并没有对韩国文化造成重大影响，书中说："典型的中原文化则没有对韩半岛产生过影响。……如果要说有中国文化的影响，那也是在战国以后的对外关系中略微有一点痕迹，至少在这以前中国文化和我们没有关系。"[46]即使如该书中所说，韩国史前文化没有任何中国文化的影响，而濊貊的迁移并到达朝鲜半岛的时间与箕子朝鲜几乎是吻合的。从战国末期起则有更多的移民不断从中原流向朝鲜半岛，中朝之间的人民往来和文化交流就不断在发展，源远流长。就拿

最具体的汉武帝赐给朝鲜兴起于西北地区的鼓吹伎乐这个历史事件来看,也可见一斑了。总之,韩国的古代移民主要来自中国的北方,其活动路线、范围与半月形文化传播带东北边地相吻合,这可以看作是古代民族迁徙的又一则实例。而韩国半岛东海岸的辰韩地方的老人们则自称是为躲避中原秦国的苦役而逃亡至辰韩国的,所以辰韩又称"秦韩",他们实行许多秦代到汉代的制度和习俗,并喜用瑟,这又是一个中原人迁徙的事例[47]。韩国民间音乐中的中立音现象有这样久远的迁徙背景可以作为文化由来的根据,是中国乐系内部的内容,而非早期"西来说"(即波斯阿拉伯乐系影响)可以解释的。也不应简单说成是中国音乐影响韩国音乐,而根本就是被古代移民(在现居地生活少于2000年,多于500年为古代移民)、甚至远古移民(西方文化人类学者把一个从形成至今未迁徙或在迁到某地一直生存了两千多年的民族称为原住民族)带到这里并自行发展以至于形成不同的调式面貌。如前所述,音律审美习惯深藏于一个族群的集体记忆中、属于精神气质而不易被外来文化所改变的,这一点可以从韩国宫廷音乐中鲜见中立音现象得到反证。在我所听到的韩国宫廷音乐的唐乐(中国及西域的民间音乐)、雅乐(中国的宫廷祭礼音乐)中只有一首《洛阳春》含特殊音律,其它中立音现象皆出自民间音乐,如《阿里郎》、《巫乐》等。

三、蒙古族音乐中的中立音现象

蒙古族民歌中的中立音现象主要出现在内蒙古西部的鄂尔多斯色彩区及东部的科尔沁色彩区,多见含半升宫和半升徵的羽调式,在科尔沁色彩区的民歌中,特别是萨满音乐和安代歌曲中还常见含半降羽和半降角的徵调式。在吕宏久的调查中发现一个

有趣的个例：哲盟歌舞团那达密德曾创作了一首羽、商调式交替的安代舞曲《陡峭的山峰》，以后在流传中，渐渐发生变化，原作中的本位徵音竟然变成了半升徵音，这是民众特殊音律审美习惯的具体表现[48]。蒙古族音乐中的这种中立音现象并非只是在局部地区，在新疆蒙古族民歌中也有同样的音律现象。虽然现在没有条件调查蒙古人民共和国境内的音响资料，但自13世纪初成吉思汗统一蒙古草原的诸部落以来，蒙古族内部的文化交流和融合是客观必然、不可避免的。

大漠南北像一个大舞台，你方唱罢我登场。一个又一个源于北方的族群向南渗透，建立政权，由于战争、兼并、投奔或归附，各族群之间的渊源深浅不一，其错综复杂的亲缘关系之演变踪迹在史书中历历在目，尽管匈奴人不是蒙古人的直接祖先，但由于数十万匈奴人加入鲜卑，而蒙古族的主体部分来源于东胡—鲜卑—契丹—室韦，以至于通过鲜卑的中介，蒙古语中掺杂了若干匈奴语[49]，匈奴人与蒙古族的辗转联系也就不难理解了。从匈奴人公元1世纪退出大漠南北至12世纪末蒙古族兴起，这一千多年间，鲜卑、柔然、突厥、回纥、契丹在此经营，直到最后一个主人蒙古族登场。

大漠南北又像一个大漏斗，每一个曾在此叱咤的主人无不沉淀下了自己的文化，最后一位来者，蒙古族继承了这所有的财产。这个想象并非毫无根据。首先，大漠亘古不变的地理环境为在这里生活的各族群规定了同样的生存方式；其次，每一个民族势力的更迭变迁并不能把民众蒸发掉，他们或迁徙或滞留，或归附于一个更大、更强劲的族群，或融合于邻族等等，像投靠鲜卑的匈奴遗民；而且，在北方草原来来去去的各族都属阿尔泰语系，因此之故，他们之间的文化流通是容易的。共同的生活习俗、征战方式形成的观念形态在长期的历史文化积淀中被保存下来。蒙古史书《格斯(萨)尔》中记述的许多习俗与史书中记载的匈奴、柔然等古

代北方民族的习俗相同。其中描述的祭祀仪式与匈奴时代相同，有蒙族学者研究认为，自匈奴至蒙元时期，历代北方游牧民族都遵循着共同的祭祀传统[50]。从几个与蒙古族关系密切的民族民歌中的中立音现象也可以看出这种文化流通的深入程度。拥有中立音现象的裕固族作为一个族体产生于14世纪，除早期的来自突厥系回纥人的族源，直接成因则是与部分蒙古族部落的融合；同属蒙古语族的达斡尔族萨满调音乐和满族的祭祀音乐中都有中立音现象。这些民族从他们的先祖那里继承来这古老的音乐，古老的祭祀音乐和萨满调带给我们的是远古的信息。前文已经描述了很早以前就离开这草原的匈奴族群带到其它遥远地方并流传至今的具有中立音的旋律。这些北方草原先民的后裔是北方草原所有古代文化的继承者，他们音乐中的中立音现象的来源和匈牙利民间音乐中现有的中立音现象是同源的，都是来自于大漠南北的先民。北方草原三大族系既有各自民族延续之脉络，又有互相交叉融合之痕迹，文化互渗和涵化是必然的，而且由于地理环境、生活方式的相同相似，使他们本来就没有很尖锐对立的文化特征。

现在看来，北方草原三大系统的各族群之后裔和所经营过的区域都有中立音这种特殊音律现象，毋庸置疑，这是其历史的继承和随族群迁移流动而形成的。

王耀华先生在日本琉球研究期间，曾对当地的“首里節”音阶做过大略的测音，发现其音阶结构与中国苦音音阶徵调式相似[51]：

测音结果：	0	350	500	700	1060	1200	1395(音分)
借用唱名：	So	Si	Do	Rai	Fa	So	La
日本谱字：	合	老	四	上	尺	工	五

对这样的测音数据也同样可以作出律学假设：

借用唱名：	So	$^{\sharp b}$Si	Do	Rai	$^{\sharp}$Fa	So	La
日本谱字：	合	老	四	上	尺	工	五

相对波长：$1 : \frac{13}{16} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{13}{24} : \frac{1}{2} : \frac{9}{20}$

理论音高：0　359.46 498.05 701.95 1061.43　1382.40

来 源 是：$\frac{5}{6} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{16}$　$\frac{5}{9} \times \frac{39}{40} = \frac{13}{24}$

日本学者关鼎在他的著作《亚洲各族民歌》汉译本的序中也提到："微分音在日本以及其他亚洲各民族的民歌中时常出现，但在日本，这种微分音被修正为以升半音、降半音或还原音表示，其音阶理论也忽视了这种微分音。可是，将日本民歌放在亚洲民歌中来考虑时，这种微分音就相当重要了。"[52]虽然在笔者所掌握的资料中，缺乏可以用来测音的日本本土的音响以证明日本民间音乐中的确有中立音现象存在，但来自日本学者自己的认识当然会有一定的根据。

本章小结

在波斯阿拉伯乐系和中国乐系中都有中立音这种音律现象，但其来源并不一样。虽然这片广大的地区和复杂的民族胤化历史存在着长久的文化传播事实，但并非传播论派的一地发生传向四方，而是在各自文化系统内以传承为主的传播。另外，本章提出对印度音乐的定位问题。笔者认为，印度音乐有系统完备的理论体系，与其所享有的四大文明之一的地位一样，有悠久的历史和自身发展的独特道路，对世界的传播具体而波及面广，具有作为独立乐系存在的充足条件，现有的划分框架对印度音乐在世界音乐中的地位估计不足。印度音乐也有中立音现象，但其律制的规定不同，通过对波斯阿拉伯乐系和印度音乐中的中立音现象所作的

数理分析比较,可以了解两者的不同变化途径。

波斯阿拉伯乐系以四分之三音为主要核心。从最初以四度相生法产生九律，阿拉伯的乐制就一直与乌德琴的指位改良以符合民族听觉要求联系在一起。这种基于物理属性的以听觉为根据的做法,似乎与古希腊“和谐派”的理想一致,都是以听觉为主导。先有“扎尔扎尔中指”乌德琴保护了阿拉伯音乐特性及乐制,说得更清楚一些，就是在琉特类乐器上利用乐器机制将这个弦长比关系固定下来,于是产生了对这种乐制进行理论解释的必然性。“四度相生”九律无法解释“扎尔扎尔中指”,那以后的理论家们便致力于如何解释这种中立音程,并以数学分析为主要理论手段,从最初的九律发展到十七律直到最终以二十四平均律解决了阿拉伯民族乐制的问题。也就是说,他们一直是走以多律研究的途径来解释、支持调式音阶中的中立音程，这和中国自古以来以多律研究解决黄钟还原的目的和具体方法绝无共同之处。从乐学角度,他们也继承仿效古希腊四音列构建音乐的理论，以含中立三度的四音列(tetrachord)连接或叠接构成调式。因此说,波斯阿拉伯乐系的音律以纯四度、四分之三音(three-fourth tone)和四分音(quarter tone)为核心,调式构成的基本单位是含中三度的四音列。

中国乐系则在五度相生律和纯律的基础上因色彩音远离主音获得功能性跃迁动力,从而超出基础音律的规范,形成中立音程[53],调式以五声音列三音组连接构成。

从第三章所提供的谱例来看,氐羌系民族(包括泰、缅)、蒙、韩及匈牙利民间音乐中的中立音调式与中国乐系中的中立音调式属一脉发展,而维吾尔族音乐的情况则比较复杂,这和历史的实际也是一致的。由于塔里木盆地自古至今民族成分复杂,既有操印欧语系伊朗语族的古塔里木人曾在此生活,也有后来丝绸之路带来的文化交流,维吾尔族形成较晚,族源较多,故其文化蕴涵丰富,这一点与蒙古族有相同之处,他们都继承了先民沉淀下的

多种文化因素。维吾尔族历史上有接受中国乐系、印度音乐和波斯阿拉伯乐系影响的多重机遇，故而音乐中有明显的多元因素，中立音的音律观念既有得自氐羌、匈奴影响的可能，也有得自波斯阿拉伯音乐影响的可能，是否也有来自印度吉普赛的渗透？

在各个不同的、并非在一起共同生活的、甚至没有过任何接触的民族中，音乐思维的某些相似基本因素可以完全独立地发展。但若在曲调结构、句法、节奏、音律习惯上具有本质上的显著的一致，而历史上又有充分的接触和融合，就不可能只是偶然的，不可能是基本思想的偶合，这必然是有前提的：它们有所接触或具有共同的泉源。我们一方面在匈牙利今天的民间音乐中，另一方面在中国某些地区或民族（这些地方或民族都可以辗转追溯出和匈牙利中国先民的联系）民间音乐中都可以看到有这样的因素存在。所以应当肯定：那些基本因素早在匈奴先民脱离当时中国诸民族的集体之前就存在了，这些因素是古老的遗产。氐羌系后裔民族音乐与黄河中上游地区音乐中的一些共同因素也有古老深厚的联系。

---

[1] 涅特尔著、龙君辑译《什么叫民族音乐学》，载《民族音乐学论文集》，文联出版公司，1985年2月第一版，第178—205：183—184页。

[2] J·A·埃利斯著，方克、孙玄龄译《论各民族的音阶》（节选），载《民族音乐学论文集》，文联出版公司，1985年2月第一版，第1—29：28页。

[3] “或必须以赫尔姆霍兹极为巧妙地设计在音响学上的构成原则为基础的……”这句话有很严重的错误并会带来严重负面影响。它暗示出音响学的学理是不可靠的。这种知识性错误不知是来自作者本人，还是在经过两种文字转译后产生的。其实，任何一种音阶都有其音响学依据，只是我们还没把握住所有的可能性。

[4] 王光祈《东方民族之音乐》，载《王光祈音乐论文选集》（三册）上册，冯文慈、俞玉滋选注，人民音乐出版社，1993年1月北京版，第125—197页。

[5]杜亚雄编著《中国少数民族音乐(一)》,中国文联出版公司,1986年12月北京第一版,第12页。

[6]笔者曾在拙文《箜篌变异形态考辨》中介绍,新疆石窟壁画中的众多乐器根据起源体系大致可分为印度系、西亚系和中原系,详见《中国音乐学》1994年第4期第87—100页。

[7]同[4],第133页。

[8]《新格罗夫音乐与音乐家辞典》印度条目,第9卷64—167页。

[9]以四音列和五声音阶为主体,阿拉伯文称"金斯"。

[10]详见中央音乐学院《外国音乐参考资料》1978年第2期。

[11]缪天瑞《律学》,人民音乐出版社,1996年第三次修订版,第251页。另见[日]关鼎著、赵佳梓译、罗传开校译《亚洲各国民歌》,上海音乐出版社,1997年11月版,第200页。

[12][日]关鼎著、赵佳梓译、罗传开校译《亚洲各国民歌》,上海音乐出版社,1997年11月版,第285页。

[13]《新格罗夫音乐与音乐家辞典》泰国条目中说:实际的音乐进行中,七律之二度音程在165—180音分范围内变化,四度和五度音程相对接近于西方律制体系,而其它音程则没有相对应的,三度和六度被称为"中立音程",大约介于西方大小音程之间。见第18卷第712—722页:717。

[14]埃利斯《论诸民族之音阶》,载《艺术学会杂志》1885年伦敦,第506页。转引自饶文心《东南亚编锣乐器的乐律》,研究载《音乐艺术》1996年第3期,第29页表格第三。

[15]上列两组数据,为清晰起见,皆做四舍五入处理。

[16]同[11],第267—269页。

[17]同[4],见王光祈《东方民族之音乐·自序》。

[18]同[12],第202—203页。

[19]各种音阶排列详见缪天瑞《律学》(第三次修订版)第234页之例129(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(10)。

[20]在本文第一章第三节之二"古代阿拉伯的中立音研究"中已简单介绍。

[21]同[11],第219页例119。

[22]郭树群、李瑞津《从中西音乐文化中的某些共性因素看音乐文化的

"传播"与"传承"》,《交响》1999年第4期,第18—21页。

[23] 罗艺峰《口弦源流的历史学语言学研究》,《中国音乐学》1997第2期,第29—54页。

[24] 详见拙文《中立音源流猜想》,《中国音乐学》1998年第3期,第116—134页。

[25] 同上。

[26] 参见陈鹏《东南亚各国民族与文化》,民族出版社,1991年版,第14页。

[27] 参见耶阿努曼拉查东著、马宁译《泰国传统文化与习俗》,中山大学出版社,1987年版,第17—18页。

[28] 同上,第4页。

[29] 参见(英)丹·乔·艾·霍尔著、赵嘉文译注、张家麟校订《东南亚史(古代部份)》,云南省历史研究所,1979年编印,第214—215页。

[30] 此文发表在《中国音乐学》1998年第3期第116—134页。

[31] 英国行为生态学家道金斯(Richard Dawkings)首创。"觅母"(mimeme、meme)与法语"meme"(同样的)与"memory"(记忆)有关,其特性为通过模仿进行自我复制;"生殖力"之重要性大于其本身的长寿;精确的复制能力;"概念觅母"甚至可能是可以传播的实体。详见《多维视野中的文化理论》,浙江人民出版社,1987年版, 第135—151页。

[32] 童恩正《试论我国从东北至西南的边地半月形文化传播带》,载《文物与考古论集》,文物出版社1986年12月出版,第17—43页。

[33] 《四川泸洲医学院"对羌族等五个民族体质特征的调查及对'白马藏族'族属的探寻"通过省级鉴定》,载《中国人类学学会通讯》第133期。

[34] 对于白马藏人的族属有四说:氐族说、藏族说、羌族说、族属待定说,其中氐族说最众,认为是商周至隋唐活动在甘南川北一带的"白马氐"的孑存。详见《白马藏人族属问题讨论集》,四川省民族研究所,1980年9月出版,内部发行。

[35] 根据何晓兵文《从白马民歌看白马文化的来源》提供的谱例《敬酒歌》,其中音阶为So、La、Do、Rai、Mi、So、↓Si。载《音乐探索》1993年第1期,第29—34页。

[36] 详见费孝通《中华民族的多元一体格局》,载《费孝通学术论著自选集》北京师范学院出版社,1992年5月北京第一版,第602—645页。

[37]额济纳出自西夏语"亦吉乃",意为"黑水城",黑水城遗址现在额济纳旗沙漠中。

[38]这个划分是林幹先生的狭义说观点,他认为从广义说,古代北方民族可包括东北、大漠南北和西北等地活动的各族,包括五个系统:匈奴系统——匈奴、北匈奴、南匈奴、屠各、卢水胡、铁弗;突厥系统——丁零、高车(敕勒)、铁勒、突厥、回纥(回鹘)、薛延陀、黠戛斯、畏兀儿;东胡系统——东胡、乌恒、鲜卑、柔然、库莫奚、室韦、蒙古;肃慎系统——肃慎、挹娄、勿吉、靺鞨、女真、满族;西域各族——即西汉时的所谓"三十六国"及其在历代的演变,因各族在语言、文化、经济生活和族源族属等方面多有不同,并非属于同一族系,故称之为"西域各族"。详见林幹《中国古代北方民族史新论》,内蒙古人民出版社,1993年8月版,第8页。

[39]关于匈奴分化、迁徙、内附的历史钩沉,在《中立音源流猜想》一文中有详细论述。见《中国音乐家》1998年第3期,第116—134页。

[40]详见*Musics of Cultures* 一书中Kang—sook lee的"*Certain Experences in Korea Music*" 第32—47:35页,(美国)Berkeley. Los Angeles(Cal)University of California Press Ltd. 1980.

[41]《新格罗夫音乐和音乐家辞典》第十卷韩国条目,第192—208页:200页。

[42]参见林惠祥《中国民族史·东夷系·附貉》,上册,商务印书馆,1939年11月第一版,1996年第2次印刷,共二册,第84页。

[43]韩国学者金庠基发表的观点,参见(韩)金贞培著、高岱译《韩国民族的文化和起源》,上海文艺出版社,1993年5月第一版,第7页。

[44]韩国学者文崇一的观点,参见《韩国民族的文化和起源》,第5页。

[45](韩)金贞培著、高岱译《韩国民族的文化和起源》,上海文艺出版社1993年5月第一版。

[46]同上,第154页。

[47]详见冯文慈《中外音乐交流史》,湖南教育出版社,1998年7月版,第16页。

[48]这是吕宏久先生在他的文章《蒙古族民歌的色彩性变化音》中例举的一个谱例,详见该文,载《内蒙古大学艺术学院学报》1989年第1期,第13、22页:19页。

[49]详见林幹《中国古代北方民族史新论》,内蒙古人民出版社,1993年

8月版，第156—161页。

[50] 详见呼斯勒《史诗〈格斯(萨)尔〉中的匈奴——蒙元文化遗存》，载《文艺研究论集》，内蒙古人民出版社，1997年9月版，第171—180页。

[51] 王耀华著《琉球·中国音乐比较论——琉球音乐の源流を探る》，日本那霸出版社，1987年7月版，第151页。

[52] [日]《亚洲各国民歌》原作者序，关鼎著、赵佳梓译、罗传开校译，上海音乐出版社1997年11月第一版，第2页。

[53] 关于这个特性，笔者在硕士论文中有详细论述：五度相生调式体系的结构逻辑为1、主、属、下属音以其确定调性的作用被称为功能音；2、功能音以外的，能造成不同调式的特征、丰富曲调色彩的音被称为色彩音；3、色彩音与主音的纯五度关系越远，色彩越浓，音高变化越活跃，发生音律变迁的动力越大。这是解释"苦音"和"重三六""活五"调式中中立音程来源的重要原则。以中立音徵调式为例，下图为五度相生徵调式和纯律徵调式的综合排列：

校 正 值：(-6)　(-4)　(-2)　(0)　(+2)

唱　　名：^{b}Si ← Fa ← [Do ← So → Rai]

(+16)　(+18)

^{b}Si　Fa

横列最左端离主音最远，变化最活跃，跃迁通道为：

校 正 值：		(-6)	(-2)	(+2)	(-4)	
唱　　名：	So	^{b}Si	Do	Rai	Fa	So
相对波长：	1	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

$$(96:81:72 \quad : \quad 64:54:48)\times\frac{1}{3}\times 2^{-5}$$

跃　　迁：　↓　　↓

$$(96:78:72 \quad : \quad 64:52:48)\times\frac{1}{3}\times 2^{-5}$$

化 简 为：

$$(48:39:36 \quad : \quad 32:26:24)\times\frac{1}{3}\times 2^{-4}$$

$$(16:13:12)\times 2^{-4} \quad (16:13:12)\times\frac{1}{3}\times 2^{-3}$$

校 正 值:　(+59)　(+61)

唱　名: S　$^{+\flat}$si　Do　Rai　$^{+}$Fa　So

相对波长: 1　$\frac{13}{16}$　$\frac{3}{4}$　$\frac{2}{3}$　$\frac{13}{24}$　$\frac{1}{2}$

由于纯律一次高列有向基列的倾向,换句话说,即韻曾体系的派生律向基律的倾向,$^{\flat}$Si成为$^{+\flat}$Si、Fa成为$^{+}$Fa的跃迁过程排列如下:

校 正 值:　(+16)　(+18)

唱　名: So　$^{\flat}$Si　Do　Rai　Fa　So

相对波长: $1:\frac{5}{6}:\frac{3}{4}\quad:\quad\frac{2}{3}:\frac{5}{9}:\frac{1}{2}$

各次×36: $(36:30:27\quad:\quad24:20:18)\times\frac{1}{9}\times2^{-2}$

分段化简: $(12:10:9)\times\frac{1}{3}2^{-2}\quad(12:10:9)\times\frac{1}{9}\times2^{-1}$

各次×4: $(48:40:36)\times\frac{1}{3}\times2^{-4}\quad(48:40:36)\times\frac{1}{9}\times2^{-3}$

跃　迁:　↓　↓

$(48:39:36)\times\frac{1}{3}\times2^{-4}\quad(48:39:36)\times\frac{1}{3}\times2^{-3}$

化　简: $(16:13:12)\times2^{-4}\quad(16:13:12)\times2^{-3}$

校 正 值:　(+59)　(+61)

唱　名: So　$^{\flat}$Si　Do　Rai　Fa　So

相对波长: $1:\frac{13}{16}:\frac{3}{4}\quad:\quad\frac{2}{3}:\frac{13}{24}:\frac{1}{2}$

详见《黄钟》1999年第四期《中立音的调式意义》第74—85页。

结 语

在本书的每章小结中，对每章的专题已有一个简要概括，从对20世纪以来的中立音专题研究的考察，总结出学科发展的道路和成果、各阶段的理论侧重和认识水准，找出以往的不足和提出新的问题及新的分析方法，并通过大量调查资料（包括民间现存音响资料、出土资料、文献资料——主要为古琴谱和乐器资料）论证特殊音律的存在和源远流长，根据音乐物理学原理和律学规律进行逻辑判断，以丰富的民族学界研究成果为文化阐述的基础，对广泛存在的这种特殊音律现象试做梳理归类，找出其间的联系与非联系。

这是一个已经思考了十几年的专题，自大学毕业后，随着音乐学修养的渐次提高，从最初只对古筝音乐表现中立音的演奏技巧方面的思考，到以题为《陕西、潮汕、新疆维吾尔木卡姆音乐中“中立音现象”及人文背景分析》作为硕士论文，这时已经是从律学、乐学和民族学的角度全面考察中立音现象。当开始计划报考博士研究生时，王耀华先生建议我在硕士论文的基础上扩大范

围，把能找到的具有这种特殊音律思维的民族音乐做一番整理将是一件很有意义的事情。于是开始艰难的寻找音响和曲谱资料的工作。我最初希望能把已知有这种音乐现象的民族全部谈论到，但由于条件所限，我无法得到北欧民间音乐中的音响实例，尽管我们知道在那里也有这种音律现象存在。也曾两度申请日本方面的文化交流基金，以期能去日本及东南亚实地考察这种音律现象存在的情况，但我的选题未被接受。我曾为不能得到这些方面的音响而遗憾，但随着对这个专题的认识深化，我终于想通了一点，那就是：本文罗列多少个民族的文本资料和音响资料并不是首要的问题，重要的是能够找出纷繁的中立音音调中的产生规律，并能进行律学解释，使众多已知律制以外的音律得到制度化，令实践的存在受到理论的保护。当理论框架建立起来以后，每发现一个民族音调中有中立音现象的存在，只需用这个理论框架去分析其形态特征，看它是符合波斯阿拉伯乐系的结构原则还是符合中国乐系的结构原则，是在以四分之三音为核心的律制基础上形成音调，还是在五度相生律或纯律基础上得到跃迁动力而发生音律变化。同时结合民族历史变迁的具体情况可以观察此音律因素的文化来源。经过第二章的研究，中立音像五度相生律和纯律一样，也是遵从生理学、心理学的一定法则，可以被归纳在一种范畴内的，是人类在实践中对自然律深层数理规律的把握，只要有充分的物质条件和音感观念，任何一个人类群落都有发现并使用它的可能性。所以尽管我们并不了解欧洲民间音乐中中立音存在的情况是怎样(基本可以肯定匈牙利音乐中的中立音现象与中国乐系相关)，它可能与前两种乐系都无关系，有它自己的发展途径。但任何一种含中立音程的音列，都可以套用本文在第二章中提供的数列模式来解释。

人类究竟什么时候开始有音乐？那时人的思维处于什么样的状态？我们不太清楚，但显然不像现在的我们是以文化和知识为

逻辑中介来思维。按文化学学者的解释，那时的人们是以自己的心理直感直解思维对象。据此，我们可以推之，最初人们乐音音高的经验是来自对谐音列低次谐音的感知、吹管的开、闭管音高变化、匀孔音列的记忆、弦长的若干等分所得的音高变化等等。而且原始人通过感官直接感觉外在信息的能力比今日的文明思维要强烈、敏感和精细得多，关于这一点是得到公认的。所以当音乐学家们考察了很多自然民族的音乐以后，得出这样的结论："最初不是由音乐家耳朵所希望的那种乐音和音程去决定乐器的尺寸，而是让听觉去将就乐器所发出的音响。"[1]虽然这种音律最初是非理性、非人工地产生的，但其理性原则隐藏在这种音乐的底层，宇宙的秩序在这里也仍然得到恪守。反倒是今天我们自己的听觉常常会下意识地把与我们本身熟悉的音体系不调和的音和音程"修正"到规范内，就保护文化生态而言，这才是危险的。它会使我们忽略多种多样的各民族音乐的独特形态，所以揭示出中立音音程的律学性质就显得非常重要。而早期只从对数角度平均划分八度内音分数来解释东南亚七律，这种本末倒置、不谈真数的偷懒方法是不科学的，没有完成音乐学要对音乐行为进行分析解释的真正使命。

在笔者的硕士论文中曾专有一章对中立音调式结构的分析，那是建立在五度相生调式体系理论和音群组合论基础上的分析，主要分析对象是汉族"苦音"、"重三六"、"活五"调式和木卡姆四种中立音调式。以离主音越远越活跃的乐音运动规律作为基本的方法论，分析出每种中立音调式的音列逻辑关系。这部分内容发表在《黄钟》1999年第4期和2000年第1期上。在本论文第三章第二节《各民族特殊调式音阶的律学分析》中，也已对每一则测音的谱例做出调式音列的跃迁图示，不必再对众多民族的中立音调式一一分析，因为方法已经建立，即第277页的注释[53]中介绍的方法，并在那些谱例分析中得到了验证。

完成了对这种民间音乐实践的理论解释，像十二平均律可以作为五度相生律和纯律的代用品，二十四平均律可以仿制中立音音级，当然需要在记谱形式上也有一个统一的规范。12音级制的记谱法不足以体现中立音调式音阶，而以往的上、下箭头有很大的随意性和模糊性。作为记谱符号，必须有相对精确的指代，故而本文使用国际已经通用的“ǂ”（表示半升，音程距离为四分之一音，音分数≈50）、“d”（表示半降，音程距离为四分之一音，音分数≈50）。

还要强调的一个术语问题是，在有关律学研究的文章中，常见人们使用“倍音”、“倍音列”，这是不准确的表述。郑荣达先生曾建议音乐理论界同仁采用“谐音”和“谐音列”的称谓，并解释说：“谐音在日文中为‘倍音’，泛音在日文中为‘上音’。倍音、上音为日文汉字，在中文中直接用来替换谐音、泛音也有不妥之处。中文中倍音与倍频的含义不同，也不能混用。”[2]“倍音”的称谓来自对频率的认识，自基音以后，各分音的频率依次为基音频率的若干倍，第几分音的频率也是基音频率的几倍，“倍音”来自日语，而汉语若用“倍音”则无法对应于“overtone”。另一方面，建立“倍波”的概念则是必要的。至于音波的“倍”是指某音波振动周期的若干整数倍，可以分别称为“二倍波”、“三倍波”、“四倍波”……“十倍波”等等，这与日语所讲的“倍音”概念的意义绝然相反。本文再次建议纠正这个不正确的称谓，以免混淆概念。

论述至此结束，本文提出了中立音的律学问题；陈述了它产生的原始可能性；回答了它的物理属性是什么；描述了它在音乐进行中的功能作用，使之从自在状态中更接近理性，上升为自为；勾划出文化传播与传承的历史轮廓。通过对这样一个微型单元的全面考证，看到因为音乐观念而形成的音乐形态会有如此顽强的生命力，那表现独特性格的最基本传承因子会稳定地跨越时空，联系着上、下数千年的文化传通。文化的价值是由文化的主人自

己判断、自行增值或自行衰减某些基因。我们的责任则是保护和发扬这些顽强生存下来的文化特质，完成了以上所做的所有工作以后，还存在什么问题呢？关于中立音现象的分布，本文设计了以传播形态为线索的叙述框架，根据则建立在民族史的文献资料上。由于笔者民族史知识的欠缺，对文献解读和文献资料的真伪缺少胸有成竹的把握，对民族迁徙、分化、融合等等的叙述难免有讹误存在，可能会错解民族音乐文化的具体情节。但无论如何，一如前文多次重申的那样，这种音律现象即使没有传播的途径，也能被发现和被使用，真正的发展动力来源于该民族的音感习惯和由之形成的音腔观念。本文主题肇始于对中立音音调的情感因素，论述建立在专业理论基础之上，现在我将搁笔，但仍怀有那种浓浓的、挥之不去的情感，心中飘荡着“热耳酸心”的苦音音调。愿我的工作对民族特殊音律的研究有建设性意义，并成为对民族音乐学基础理论的一份贡献。

---

[1] 这是维德(Ch.K.Wead)1902年根据笛子按孔和琉特品位常常是等距离排列而做的报告，详见萨克斯的文章《比较音乐学——异国文化的音乐》，载《民族音乐学译文集》，中国文联出版公司，1985年6月版，第39—120页：45页。

[2] 郑荣达《音乐实践中的谐音列》，《黄钟》1996年第2期，第40—47页：46页。

李玫/音乐博士学位论文

参考书目

(按文献时间顺序排列)

古籍资料

[1][先秦]吕不韦著、(汉)高诱注《吕氏春秋》,上海古籍出版社校点排印本,1989年3月第一版,1995年2月第4次印刷。

[2][汉]刘安著《淮南子》,《诸子集成》第7卷,上海书店影印出版,1986年7月第一版,1991年第6次印刷。

[3][汉]司马迁撰《史记》,中华书局1959年校点排印本,1982年11月第2版,1994年6月第13次印刷。

[4][东汉]班固撰、[唐]颜师古注《汉书》,北京中华书局校点排印本,1962年版,1992年第7次印刷。

[5]文化部文学艺术研究院音乐研究所北京古琴研究会编《琴曲集成》,中华书局影印本,全24册,1989年11月出版。

《琴曲集成》第一册

[1][南宋]陈元靓编纂,《事林广记》,依日本在元禄十二年(公元1699年)翻刻的元泰定增补本和中华书局影印椿庄书院刊刻的元至顺增补本影印。

[2][明]朱权辑《神奇秘谱》,据明刻本影印。
[3][明]冷谦著《太古遗音》,据北大图书馆藏明刊本影印。
[4][明]《太音大全集》,据北大图书馆藏明刊本影印。
[5][明]懒仙撰《五声琴谱》(公元1457年)。
[6][明]《浙音释字琴谱》,据明刊本影印。
[7][明]黄山居士谢琳撰《谢琳太古遗音》,据明刻本影印。
[8][明]《黄士达太古遗音》,据北京汪孟舒先生摹藏明刻本影印。
[9][明]弋阳黄龙山辑《发明琴谱》,据明刊本影印。
[10][明]广西乐黄献所辑《梧冈琴谱》,据明刊本影印。

《琴曲集成》第二册

[1][明]徽藩朱厚爝辑刊《风宣玄品》。
[2][明]杨嘉森所辑的琴谱专集《琴谱正传》,据明刻本影印。

《琴曲集成》第三册

[3][明]杨嘉森所辑《西麓堂琴统》,据明刻本影印
[4][明]嘉靖三十五年丙辰(公元1556年)顾把江辑《步虚仙琴谱》,据明刻本影印。
[5][明]《杏庄太音补遗》,据明刻本影印。

《琴曲集成》第四册

[1][明]李仁撰《太音传习》,据明周桂山刻本影印。
[2][明]藩王朱辑《五音琴谱》,据明刊本影印。
[3][明]杨表正撰《重修真传琴谱》,据汪孟舒旧藏万历乙本金陵三山街富春堂原刊初印本影印。

《琴曲集成》第十四册

[1][清]沈琯撰《琴学正声》,据康熙间沈氏香度楼自刻本影印,个别缺页以锦堂刊本补足。
[2][清]《响山堂琴谱》,据仅存残抄本影印。
[3][清]徐祎编订《澄鉴堂琴谱》,据康熙五十六年后原刻初印残本和原刻后印本影印。
[4][清]徐祺编《五知斋琴谱》,据康熙原刻白绵纸精印本影印。

现代文献

自然科学类书目

[1]褚圣麟编《原子物理学》,高等教育出版社,1979年6月第1版。

[2]中国台湾人文出版社编委会《物理大辞典》第一册,中国台湾人文出版社有限公司出版, 1979年10月出版,内部交流。

[3]THOMAS D.ROSSING, *The Science of Sound* (《声音的科学》,托马斯·D·罗辛著)1982 Reaing (Mas)Addison-Wesley Publishing Company, Inc.

[4]关肇元编译《世界乐器图说》,《乐器》1984年—1994年连载,原著为1976年英文版 *Musical Instruments of the World——An Illustrated Encyclopedia by the Diagram Group*, Paddington Press Ltd.

[5]唐林、张永德、陶纯孝著《音乐物理学导论》,中国科学技术大学出版社,1991年12月第1版。

社会科学类书目、论文集

[1]林惠祥《中国民族史》,商务印书馆,1939年11月第一版,1996年第2次印刷,共二册。

[2]中国民间音乐研究会编《眉户道情集》(一),1945年9月,油印本。

[3][德]FRITZ REUTER, *Praktiche Harmonik des 20. Jahrhunderts* (《二十世纪的实用和声技法》)MITTELDEUTSCHER VERLAG HALLE(中部德意志出版社《哈雷》)专利号:444—300/70/51(原书没有出版日期,作者前言记载1952年夏完稿,全书共173页)。

[4] 杨荫浏《陕西鼓乐社与铜器社·定音乐器上的音律矛盾问题》,中央音乐学院民族音乐研究所,1956年油印本。

[5]黎英海《汉族调式及其和声》,上海文艺出版社,1959年版。

[6]赵宋光《论五度相生调式体系》,上海文化出版社,1964年8月第一版。

[7][匈]Z·柯达依《论匈牙利民间音乐》(廖乃雄译,歌词部分兴万译),人民音乐出版社,1964年北京第一版,1985年北京第二次印刷。

[8]林幹《匈奴史》,内蒙古人民出版社,1977年1月版。

[9]张星烺编注、朱杰勤校订《中国交通史料汇编》,中华书局,1977年7月。

[10]中央音乐学院《外国音乐参考资料》,1978年第2期。

[11][英]丹·乔·艾·霍尔著《东南亚史(古代部分)》(赵嘉文译注,张家麟校订),云南省历史研究所,1979年编印。

[12]*The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (新格罗夫音乐与音乐家词典)Edited by Stanle Sadie, 1980.

[13]*Musics of Many Cultures* Edited by Elizabeth May, Berkeley. Los Angeles (Cal) University of California Press Ltd. 1980

[14][匈]温盖尔·马加什萨博尔奇·奥托著《匈牙利史》(阚思静、龚坤余、李鸿臣译,柴鹏飞校),黑龙江人民出版社,1982年7月第1版。

[15]四川省民族研究所《白马藏人族属问题讨论集》,四川省民族研究所,1980年9月出版,民族研究丛编.2中图号K182.4。

[16][匈] 萨波奇·本采著 《旋律史》(司徒幼文译), 人民音乐出版社,1983年7月北京第1版。

[17]缪天瑞《律学》,人民音乐出版社,1983年增订版,1996年第三次修订版。

[18]林幹《匈奴历史年表》,中华书局,1984年9月版。

[19]董维松、沈洽编《民族音乐学译文集》,中国文联出版公司,1985年6月第1版。

[20]中央民族学院文艺研究所编《中国少数民族乐器志》,新世界出版社,1986年第一版。

[21]万桐书编《新疆维吾尔族乐器》,新疆人民出版社,1986年4月版。

[22]《杨荫浏音乐论文选集》,上海文艺出版社,1986年6月版。

[23]《文物与考古论集》,文物出版社,1986年12月出版。

[24][泰]耶阿努曼拉查东著《泰国传统文化与习俗》(马宁译),中山大学出版社1987年版。

[25]中山大学东南亚史研究所编《泰国史》,广东人民出版社,1987年5月第1版。

[26]王耀华《琉球·中国音乐比较论——琉球音乐の源流を探る》,日本那霸出版社,1987年7月版。

[27]庄锡昌、顾晓鸣、顾云深等编《多维视野中的文化理论》,浙江人民出版社1987年版。

[28]吕思勉《中国民族史》,东方出版中心,1987年11月第1版,1996年第

2次印刷。
[29]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·湖北卷》，1988年12月。
[30]蓝勇《四川古代交通路线史》，西南师范大学出版社，1989年12月。
[31]吕骥、贺绿汀主编《中国大百科全书·音乐·舞蹈》，中国大百科全书出版社，1989年4月版。
[32]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·山西卷》，1990年6月。
[33][美]罗伯特·F·墨菲著《文化与社会人类学引论》(王卓君、吕迺基译)，商务印书馆，1991年11月北京第一版，1994年5月第二次印刷。
[34]陈鹏《东南亚各国民族与文化》，民族出版社，1991年1月第一版。
[35]《费孝通学术论著自选集》，北京师范学院出版社，1992年5月北京第一版。
[36]林幹《中国古代北方民族史新论》，内蒙古人民出版社，1993年8月版。
[37]苗启明著《原始思维》，上海人民出版社，1993年第1版。
[38]冯文慈、俞玉滋选注《王光祈音乐论著选集》(共三册)上册、中册，人民音乐出版社，1993年1月北京第1版。
[39]黄翔鹏《溯流探源——中国传统音乐研究》，人民音乐出版社，1993年2月北京第1版。
[40][韩]金贞培《韩国民族的文化和起源》(高岱译)，上海文艺出版社，1993年5月第一版。
[41]杜亚雄编《中国各少数民族民间音乐概述》，人民音乐出版社，1993年11月第1版。
[42]汪毓和《中国近现代音乐史》(修订版)，人民音乐出版社，1994年第2版。
[43]陶亚兵《中西音乐交流史稿》，中国大百科全书出版社，1994年5月版。
[44]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·甘肃卷》，1994年7月。
[45]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·陕西卷》，1994年8月。
[46]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·湖南卷》，

1994年10月。
[47]李纯一《先秦音乐史》,人民音乐出版社,1994年10月北京第1版。
[48]贾东海、孙振五主编《世界民族学史》,宁夏人民出版社,1995年5月版。
[49]李纯一《中国上古出土乐器综论》,文物出版社,1996年8月第1版。
[50]方建军主编《中国音乐文物大系·陕西卷》,大象出版社出版,1996年11月。
[51]黄崇文主编《中国音乐文物大系·天津卷》,大象出版社,1996年11月。
[52]北京《中国民间器乐曲集成》编辑部《中国民间器乐曲集成·新疆卷》,1996年12月。
[53]马承源、王子初主编《中国音乐文物大系·上海卷》,大象出版社,1996年12月。
[54]马承源、王子初主编《中国音乐文物大系·江苏卷》大象出版社,1996年12月。
[55]黄翔鹏《中国人的音乐和音乐学》,山东文艺出版社,1997年3月第1版。
[56]苍铭《云南民族迁徙文化研究》,云南民族出版社,1997年3月版。
[57]蓝勇《西南历史文化地理》,西南师范大学出版社,1997年3月版。
[58]内蒙古艺术学院编《文艺研究论集》,内蒙古人民出版社,1997年9月版。
[59][日]关鼎《亚洲各国民歌》(赵佳梓译,罗传开校译)上海音乐出版社,1997年11月版。
[60]王子初主编《中国音乐文物大系·湖北卷》,大象出版社出版,1997年。
[61]冯文慈《中外音乐交流史》,湖南教育出版社,1998年7月版。
[62]北京《中国民间歌曲集成》编辑部《中国民间歌曲集成·新疆卷》,1999年8月。
[63]项阳《中国弓弦乐器史》,国际文化出版公司,1999年10月第一版。

论文参考目录

[1]王光祈《东方民族之音乐》,上海中华书局,1929年版。冯文慈、俞玉滋选注《王光祈音乐论文选集》(三册)上册,人民音乐出版社,1993年1月北京版,第125—197页。
[2]萨克斯《比较音乐学——异国文化的音乐》,此文第一版发表于1930年(莱比锡),俞人豪根据1959年(海德堡)克维勒和梅耶尔出版社出版的修订版译,并收入《民族音乐学译文集》,中国文联出版公司,

1985年6月北京第1版，第39—120页。

[3]杨荫浏《谈笛音》，原载《礼乐》1947年第16期。《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第134—139页。

[4]杨荫浏《七弦琴徽分之位置与其音程比值》，原载《礼乐》1948年第1期。《杨荫浏音乐论文选集》，上海文艺出版社，1986年版，第163—171页。

[5]鲁颂问《小于半音的音应该如何记谱》，《人民音乐》1953年第12期。

[6]李元庆《谈乐器改良问题》，《人民音乐》1954年第1期，第24—28页。

[7]杨荫浏《谈琵琶音律》，《民族音乐研究论文集》(第三集)，音乐出版社1958年版，第9—16页。

[8] 杨荫浏 《信阳出土春秋编钟的音律》，《音乐研究》1959年第1期，第77页，现收入《杨荫浏音乐论文选集》，第298—304页。

[9]梁易《春秋编钟音律明显特征是三分损益十二律》，《音乐研究》1959年第6期，第96页。

[10]贺绿汀《中国的音阶及民族调式问题》，《文汇报》1961年12月6日、7日连载。

[11]吕自强《〈梁秋燕〉一例是商调式还是徵调式——对〈汉族调式及其和声〉的质疑》，《人民音乐》1962年第3期。

[12]朱之屏《湖南特性羽调初探》，《音乐论丛》第3辑，1963年7月出版，第1—32页。

[13]黄虎威《四川汉族民歌的调式》，《音乐论丛》第3辑，1963年7月出版，第33—70页。

[14]陈应时《也谈汉族民族调式问题——与黄凌、吕自强二位同志商榷》，《音乐论丛》第3辑，1963年7月出版，第82—93页。

[15]吕自强《再谈关于〈梁秋燕〉调式》，《音乐论丛》第3辑，1963年7月出版，第94—96页。

[16]李廷松《传统琵琶的音律和音阶》，《音乐论丛》第5辑，1964年9月出版，第147—159页。

[17]黄翔鹏《新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》，《音乐论丛》1978年第1辑、1980年第3辑，现收入音乐论文集《溯源探流——中国传统音乐研究》，人民音乐出版社1993年2月北京第一版，第1—58页。

[18]杨荫浏《三律考》,《音乐研究》1982年第1期,第30—39页,现收入《杨荫浏音乐论文选集》,第394—405页。

[19] 赵宋光《关于$\frac{3}{4}$音的律学假设》,《中央音乐学院学报》1982年第2期,第8—12页。

[20]李汉杰《论中间调式》,《民族艺术》1983年第3期,第1—18页。

[21]韩宝强《论陕西民间音乐的律制》,天津音乐学院学报《学习与研究》1985年第2期,第4—11页。

[22]涅特尔,《什么叫民族音乐学》(龙君辑译)《民族音乐学论文集》,文联出版公司1985年2月出版,第183—184页。

[23]J·A·埃利斯《论各民族的音阶》(方克、孙玄龄译),《民族音乐学论文集》,文联出版公司1985年2月出版,第28页。

[24]杨秀昭、何洪、卢克刚《苗笛》,《乐器》1985年第5期,第23—24页;第6期,第27—29页。

[25]陈其射《试论简单整数等差律——浅析三分损益律学思维前兆》,《中央音乐学院学报》1986年第1期,第17—21页。

[26]姜夔《湖南花鼓戏〈刘海砍樵〉头段的律制特点》,《中央音乐学院学报》1986年第3期,第32—33页。

[27]童恩正《试论我国从东北至西南的边地半月形文化传播带》,《文物与考古论集》第17—43页,文物出版社1986年12月出版。

[28]曾遂今《口弦的科学价值》,《音乐研究》1987年第1期,第99—102页。

[29]沈洽《音腔论》,《民族音乐学论文选》,上海音乐出版社,1988年10月第1版,第26—68页。

[30]黄翔鹏《均钟考》,《黄钟》1989年第1、2期连载,又见《中国人的音乐和音乐学》第175—214页,山东文艺出版社,1997年3月第1版。

[31]黄翔鹏《舞阳贾湖骨笛的测音研究》,《文物》1989年第1期。又见《中国人的音乐和音乐学》第168—173页,山东文艺出版社,1997年3月第1版。

[32]吕宏久《蒙古族民歌的色彩性变化音》,《内蒙古大学艺术学院学报》1989年第1期,第13—22页。

[33]黄力民《乐音体系的数学原理》,《自然杂志》1989年第12卷第3期,第196—204页。

[34]应有勤《比三分损益律更早的律制》,《音乐艺术》1990年第4期,第2—11页。
[35]费孝通《中华民族的多元一体格局》,《费孝通学术论著自选集》第602—645页,北京师范学院出版社1992年5月北京第1版。
[36]《四川泸洲医学院"对羌族等五个民族体质特征的调查及对'白马藏族'族属的探寻"通过省级鉴定》,《中国人类学学会通讯》第133期。
[37]吴犇《琵琶音乐与其社会背景》,载《中国音乐学》1992年第2期,第57—69页。
[38] 何晓兵 《从白马民歌看白马文化的来源》,《音乐探索》1993年第1期,第29—34页。
[39]李世斌《苦音Si探微》,《中国音乐学》1993年第2期,第59—71页。
[40]朱同编译《原始笛类乐器》,《乐器》1993年第1期,第18—21页;第2期,第19—20页。
[41]李玫《箜篌变异形态考辨》,《中国音乐学》1994年第4期,第87—100页。
[42]陈其翔《乐音协和指数的计算》,《中央音乐学院学报》1994年第4期,第59—63,78页。
[43]黄力民《和谐性:三种乐律的比较研究》,《湘潭矿业学院学报》1994年第9卷第1期,第83—89页。
[44]陈铭道、皮全红《非洲木琴研究与民族音乐学》,《中国音乐学》1996年第4期,第30—40页。
[45]郑荣达《音乐实践中的谐音列》,《黄钟》1996年第2期,第40—47页。
[46]罗艺峰《口弦源流的历史学语言学研究》,《中国音乐学》1997第2期,第29—54页。
[47]应有勤《重新认识甘美兰的斯连德若音阶》,《中国音乐学》1997年第2期,第5—18页;第3期,第107—124页连载。
[48]呼斯勒《史诗〈格斯(萨)尔〉中的匈奴——蒙元文化遗存》,《文艺研究论集》第171—180页,内蒙古人民出版社1997年9月版。
[49]牛龙菲《有关"七平均律"的问题》,《音乐艺术》1998年第2期,第6—13页。
[50]李玫《中立音源流猜想》,《中国音乐学》1998年第3期,第116—134页。
[51]陈其翔《一种新的自然律制》,《中国音乐学》1998年第4期,第19—

26页。

[52]应有勤《倍音律初探》,1998年10月第三届全国律学研讨会论文。

[53]陈正生《笛律与管口校正琐谈》,1998年10月第三届律学研讨会论文。

[54]郭树群、李瑞津《从中西音乐文化中的某些共性因素看音乐文化的"传播"与"传承"》,《交响》1999年第4期,第18—21页。

[55]李玫《"中立音"调式意义》(上、下),《黄钟》1999年第4期,第74—85页;2000年第1期,第93—99页。

[56]Virginia K.Gorlinski,《萨佩演奏艺术之认识》*SOME INSIGHTS INTO THE ART OF SAPE'PLAYING* ,Sarawak Museum Journal (砂捞越博物馆馆刊)第39(60),第77—98页,李玫译。《中国音乐学》2000年第4期,第124—142页。

[57]李玫《民间音乐中特殊音律现象的律学分析》(上、下),《中央音乐学院学报》2000年第3期,第28—35页;第4期,第76—83页。

[58]赵宋光《七弦琴定弦过程数学方程的建立与求解》,《中央音乐学院学报》2001年第3期,第26—37页。

[59]赵宋光《古琴徽分的顺逆推算》,《音乐艺术》2001年第4期,第34—39页。

[60]李玫《社会人文环境对文人音乐音律观念的影响——从古琴徽间音位的变化谈起》,《中国音乐研究在新世纪的定位——国际研讨会论文集》第489—498页,香港中文大学音乐系、中国艺术研究院音乐研究所、中国传统音乐学会合编,人民音乐出版社2002年3月出版。

附录一

测音报告及测音数据表

测 量 报 告

音乐研究所视听技术实验室 1999 年 测 第 9 号

测量内容:
为李玫音乐样本进行律学测量

测量对象:
不同地区、民族、国家、类型的音乐样本（详见附表）

测量时间: 1999年7月7日-9日

地点: 音乐研究所视听技术实验室

测量仪器:
JVC TD-W354 卡座（放音）IBM 770ED 笔记本计算机+GMAS 2.0 计算机通用音乐分析系统（测量）

测量流程框图:
JVC TD-W354 卡座（放音） — 计算机+GMAS 2.0 通用音乐分析系统（检测）

测量人员:

姓名	司职
刘一青	测量
赵文娟	测量
李 玫	校验
韩宝强	监测

测量结果:
见附表(频率与音分值换算皆以标准音A4=440Hz为准)

测量误差:
本系统总体误差不超过0.5%

对测量结果的分析:
由用户自行处理

备 注:
1)个别音乐样本有较大本底噪声，但不影响音高数据精度.
2)个别音乐样本没有标准音信号，但不影响音程间的相对音高精度.

测量人员签字: 赵文娟 刘一青 韩宝强 室主任签字: 韩宝强

中国艺术研究院音乐研究所
视听技术实验室
99年7月12日

民间音乐中特殊音律测音数据

时间：1999年7月7日

地点：音乐研究所视听技术实验室

温度：25℃

仪器：JVC TD-W354,GMAS

项 目	频率(HZ)	音 分	备注
库尔勒赛乃姆	1265.68	#D6+29	简谱3
	1115.06	#C6+9	2
	1041.61	#B5-9	1
	627.71	#D5+15	3
	559.87	#C5+17	2
	516.84	#B4-22	1
	637.51	#D5+41	3
	563.98	#C5+29	2
	550.67	#B4+88	1
	538.59	C5+50	2
	527.69	#B4+14	1
	637.51	#D5+4	3
	516.92	#B4-22	1
	551.36	#C5-10	2
摩梭族唢呐	588.61	D5+3	
	538.42	C5+49	
	482.37	B4-41	
	646.09	E5-35	
	739.85	#F5-1	
	924.30	#A5-1	
	723.66	#F5-39	
	814.04	#G5-35	
	493.39	B4-2	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
彝族巴乌	454.64	#A4-44	
	359.92	#F4-48	
	534.13	C5+35	
	402.13	G4+44	
	454.64	#A4-44	
	446.40	A4+25	
	540.38	#C5-45	
	354.18	F4+24	
	369.24	#F4-4	
	541.71	#C5-40	
	356.89	F4+37	
	439.92	A4-1	
	538.38	C5+49	
	453.38	#A4-30	音头
	452.27	A4+47	音尾
	473.78	#A4+28	
	443.63	A4+14	
印尼	663.35	E5+10	
	516.92	C5-22	
	443.09	A4+12	
	812.56	#G5-39	
	409.23	#G4-26	
	578.48	D5-27	
	669.99	E5+27	
	548.31	#C5-20	
	689.16	F5-24	
	610.98	#D5-32	
	541.48	#C5-41	
	1775.93	A6+15	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	674.76	E5+40	
	1495.84	#F6+18	
	1753.66	A6-7	
	1569.07	G6+1	
彝族笛子	1206.06	D6+45	
	1012.23	B5+42	
	603.03	D5+45	
	1072.34	C6+42	
	534.78	C5+37	
羌笛	534.78	C5+37	
	463.86	#A4-9	
	596.82	D5+27	
	667.55	E5+21	
	464.52	#A4-7	
	516.94	C5-22	
	506.07	B4+42	
	628.89	#D5+18	
景颇族	321.07	E4-46	
	418.48	#G4+13	
	382.24	G4-44	
	328.99	E4-4	
	230.10	#D4+49	
	413.52	G4-8	
	279.97	#C4+17	
	162.73	E3-22	
	161.54	E3-34	
	403.91	#G4-49	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	502.61	B4+30	
	410.91	#G4-19	
	283.09	#C4+36	
	275.68	#C4-10	
	206.76	#G3-7	
	249.83	B3+21	
	191.43	G3-40	
女声独唱	291.61	D4-13	
	338.43	E4+45	
	368.09	#F4-9	
	283.05	#C4+36	
	443.98	A4+15	
	483.74	B4-36	
	549.00	#C5-24	
	486.70	B4-26	
	483.74	B4-36	
	449.18	A4+35	*
	450.61	A4+41	*
	443.63	A4+14	*
	371.09	#F4+5	
	278.36	#C4+7	
	473.78	#A4+28	
	551.36	#C5-10	
	495.51	B4+5	
	333.81	E4+21	
	275.73	#C4+10	
	457.64	#A4-32	
	467.71	#A4+5	
	545.60	#C5-28	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	488.19	B4-21	
	448.07	A4+31	
	450.61	A4+41	
	455.34	#A4-41	
	335.03	E4+28	
	344.58	F4-24	*
	373.36	#F4+15	*
撒尼情歌	671.97	E5+33	
	667.69	E5+22	
	406.11	#G4-39	
	492.6	B4-6	
	618.70	#D5-10	
	323.02	E4-36	
	212.15	#G3+38	
库吼调	387.64	G4-20	
	479.92	#A4+50	
	635.28	#D5+35	
	393.78	G4+7	
	609.17	#D5-37	
	390.97	G4-5	
	326.10	E4-19	
阿诗玛十八岁	678.34	E5+49	
	333.79	E4+21	
	417.78	#G4+10	
	338.40	E4+45	*
	339.17	E4+49	*
	339.17	E4+49	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	332.32	E4+14	
	198.14	G3+19	
	414.56	G4-4	
	498.41	B4+15	*
	483.74	B4-36	*
	677.38	E5+46	
	399.96	G4+34	
	607.78	#D5-41	
女声二重唱前奏	732.19	#F5-19	
	603.00	D5+45	
	445.59	A4+21	
	596.80	D5+27	
	439.30	A4-3	
	734.87	#F5-13	
	884+58	A5+8	
	1204.09	D6+42	
傣族赞哈	339.17	E4+49	
	516.87	C5-22	
	405.58	#G4-42	
	296.7	D4+17	前
	301.56	D4+45	后
	508.23	B4+49	
	344.57	F4-24	
	409.20	#G4-26	
	463.08	#A4-12	
	516.85	C5-22	
	269.23	C4+49	
	298.20	D4+26	*

项 目	频率(HZ)	音 分	备注
	312.26	#D4+26	*
	344.58	F4-24	
	387.69	G4-20	
哈尼长箫	892.15	A5+23	
	792.58	G5+18	
	670.21	E5+28	
	615.41	#D5-20	
	556.05	#C5+5	
	430.73	A4-37	
	436.88	A4-13	
	559.94	#C5+17	
	438.57	A4-6	
	880.66	A5+1	
	786.15	G5+4	
	660.49	E5+3	
	611.66	#D5-30	
	556.59	#C5+6	
基诺族	818.39	#G5-26	*
	864.46	A5-31	*
	532.55	C5+30	
	485.65	B4-30	
	434.62	A4-22	
	418.39	#G4+12	
	430.70	A4-37	
	883.29	A5+6	
	701.56	F5+7	
	685.80	F5-32	
	960.03	#A5+50	*

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	976.49	B5-20	*
	421.19	#G4+24	
	1263.49	#D6+26	
	1153.03	D6-33	
	1264.70	#D6+27	
	459.47	#A4-26	*
	928.52	#A5-8	*
	425.33	#G4+41	*
	856.05	A5-48	*
	430.72	A4-37	*
	485.65	B4-30	
哈尼三弦	425.93	#G4+43	
	418.96	#G4+15	
	640.02	#D5+48	
	419.95	#G4+19	
	635.38	#D5+36	
	584.55	D5-9	
	477.73	#A4+42	
	381.50	G4-47	
	574.28	D5-39	
	867.60	A5-25	
	926.04	#A5-12	*
	947.67	#A5+28	*
	861.52	A5-37	
	723.66	#F5-39	
	633.78	#D5+31	
	588.62	D5+3	
	531.33	C5+26	
	527.69	C5+14	

项 目	频率(HZ)	音 分	备注
	615.41	#D5-20	
	460.86	#A4-20	
	424.10	#G4+36	
	369.21	#F4-4	
	418.59	#G4+13	
	636.25	#D5+38	
	592.31	D5+14	
	459.57	#A4-25	*
	455.34	#A4-4	*
	407.46	#G4-34	
	379.13	#F4+42	
匈牙利	373.30	#F4+15	1
	366.15	#F4-19	2
	495.37	B4+5	1
	492.26	B4-6	2
	861.57	A5-37	
	835.65	#G+10	
	818.46	#G5-26	
	861.52	A5-37	
	916.76	#A5-30	
	489.15	B4-17	
	1114.48	#C6+8	
	723.80	#F5-39	
	914.61	#A5-34	
	973.49	B5+26	*
	491.05	B4-10	*
	741.78	#F5+4	
	667.64	E5+21	
	576.08	D5-34	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	615.58	#D5-19	
	667.69	E5+22	
	441.48	A4+5	
花名带古人	301.61	D4+46	
	366.24	#F4-18	
	430.78	A4-37	
	689.36	F5-23	*
	683.76	F5-37	*
	596.48	D5+26	
早晨来得早	413.52	#G4-8	
	530.13	C5+22	
	847.11	#G5+34	*
	423.56	#G4+34	*
	504.56	B4+37	
	438.57	A4-6	
	344.63	F4-23	头
	363.04	#F4-33	尾
	712.68	F5+34	中
	689.17	F5-24	尾
	421.14	#G4+24	
	357.89	F4+42	头
	356.94	F4+37	
	406.17	#G4-39	
	485.56	B4-30	
	590.95	D5+10	头*
	617.49	#D5-14	中*
	572.25	D5-46	*
	473.81	#A4+28	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	567.13	#C5+39	
古古日玛	559.95	#C5+17	
	574.31	D5-39	
	368.09	#F4-9	
	399.38	G4+32	
	283.09	#C4+36	
	490.44	B4-13	
	549.23	#C5-17	
	732.22	#F5-19	
	806.07	G5+48	
	682.54	F5-40	
	556.32	#C5+6	
商代河	258.45	C4-21	
	384.55	G4-34	
	466.59	#A4+1	
	344.56	F4-24	
	310.14	#D4-6	1*
	311.43	#D4+1	2*
	611.66	#D5-30	*
	258.41	C4-21	
	640.69	#D5+50	
	516.67	C5-22	
昭君怨(筝曲)	270.17	#C4-45	
	403.80	#G4-49	
	361.79	#F4-39	
	327.80	E4-10	
	330.20	E4+3	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	307.70	#D4-20	
	603.05	D5+45	
	492.32	B4-6	
	409.23	#G4-26	
	490.44	B4-13	
	541.49	#C5-41	
	492.92	B4-4	
	459.45	#A4-26	
	916.83	#A5-30	
	806.07	G5+48	
	358.95	F4+47	
	332.27	E4+13	*
	658.39	E5-3	*
苗族唢呐(卢)	1598.59	G6+33	*
	804.08	G5+43	*
	725.07	#F5-36	
	547.64	#C5-22	
	589.77	D5+7	1
	596.86	D5+45	2
	554.55	#C5+0	
	492.26	B4-6	
	603.08	D5+45	
	880.66	A5+1	*
	430.76	A4-37	*
	473.78	#A4+28	*
	486.10	B4-28	*
	557.74	#C5+10	
	479.95	#A4+50	
	364.14	#F4-28	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	556.59	#C5+6	
	564.71	#C5+32	
	488.17	B4-21	*
	485.65	B4-30	*
	866.82	A5-27	*
	435.50	A4-18	*
苗族唢呐(刘)	705.30	F5+16	
	791.00	G5+15	
	709.05	F5+26	前
	713.77	F5+37	后
	588.67	D5+3	
	717.93	F5+47	
	430.78	A4-37	*
	861.57	A5-37	*
	469.05	#A4+10	
	547.00	#C5-24	
阿里郎 1	441.54	A4+6	*
	226.15	A3+48	*
	495.38	B4+5	
	301.49	D4+45	*
	602.98	D5+45	*
	764.62	G5-44	
	501.31	B4+25	*
	492.32	B4-6	*
	446.87	A4+26	
	443.03	A4+11	
	488.24	B4-20	
	369.24	#F4-4	头

项目	频率(HZ)	音分	备注
	375.35	#F4+24	后
	332.25	E4+13	
	758.26	#F5+42	
	871.09	A5-18	
	409.44	B4-13	
	452.31	A4+47	
	284.40	G4-34	
阿里郎 2	818.38	#G5-26	
	741.03	#F5+2	
	473.79	#A4+28	
	517.00	C5-21	
	615.41	#D5-20	
缅甸编鼓	544.52	#C5-32	
	592.31	D5+14	*
	1195.38	D6+30	*
	1206.12	#D6+45	*
	593.49	D5+18	*
	532.55	C5+30	
	492.26	B4-6	
	911.06	#A5-40	
	358.93	F4+47	
	381.55	G4-47	
	873.75	A5-13	*
	436.88	A4-13	*
	450.68	A4+41	
	404.90	#G4-44	
	373.32	#F4+15	
	344.67	F4-23	
	278.36	#C4+7	

项　目	频率(HZ)	音　分	备注
	610.98	#D5-32	
	551.36	#C5-10	
缅甸唢呐	344.57	F4+24	
	284.94	#C4+47	
	835.65	#G5+10	唢呐
	420.00	#G4+19	鼓
	1033.78	C6-22	
	1048.12	C6+2	
	1113.73	#C6+7	*
	559.94	#C5+17	*
	283.05	#C4+36	*
	935.42	#A5+5	
	1019.57	C6+46	
	656.90	#G6-5	△*
	835.08	#G5+9	*
	716.00	F5+42	
	1002.97	B5+26	
	689.17	F5-24	
	1227.69	#C5+5	
	556.05	#C5+5	
	1044.49	C6-4	

麦盖提巴希巴雅宛木卡姆歌唱声部

1(do)=E

So (B)	la (#C)	si (#D)	do (E)	#do (#E)	Rai (#F)	mi (#G)
+40	+44	+46	+50	+53	+31 +38	+31
-4	0	+2	+6	+9	-13 -6	-13

巴楚孜尔巴雅宛木卡姆歌唱声部

5	6(C)	7	1	#1	2	3
+36	+34	+38	+63 +54	+59 +75	+40	+7
+2	0	+4	+29 +20	+25 +41	+6	-27

阿瓦提巴希巴雅宛木卡姆歌唱声部

	6(#F)	1	#1	2	3	5
	-15	+2 +16	-45	-5	-28	-6
	0	+17 +31	-30	+10	-13	+9

麦盖提森姆巴雅宛木卡姆歌唱声部

2(#C)	4	5	6	1		
-48 -43 -58	-20 -36 -21 +18	-44 -50	-70	-31		
0(-48)	+28 +12 +27 +66	+4 -2	-22	+17		
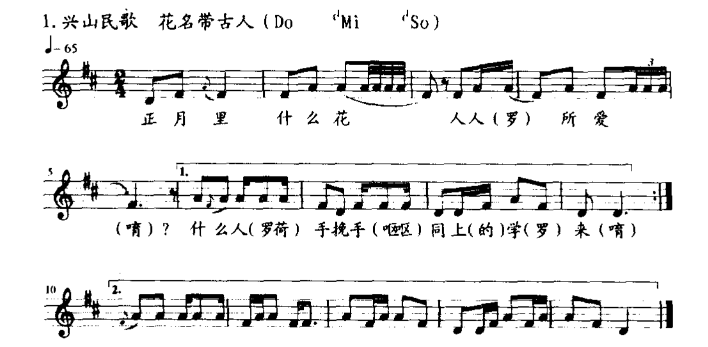
阿瓦提森姆巴雅宛木卡姆歌唱声部

2(G)	4	5	6	1		
-50	+11 -15	-80	-56	-30		
0	+61 +35	-30	-6	+20		
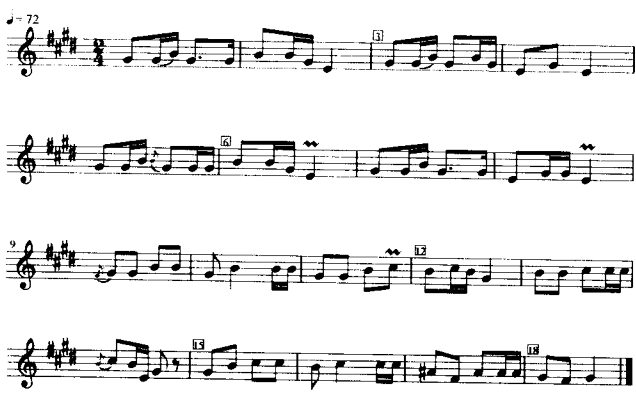
附录二

谱 例

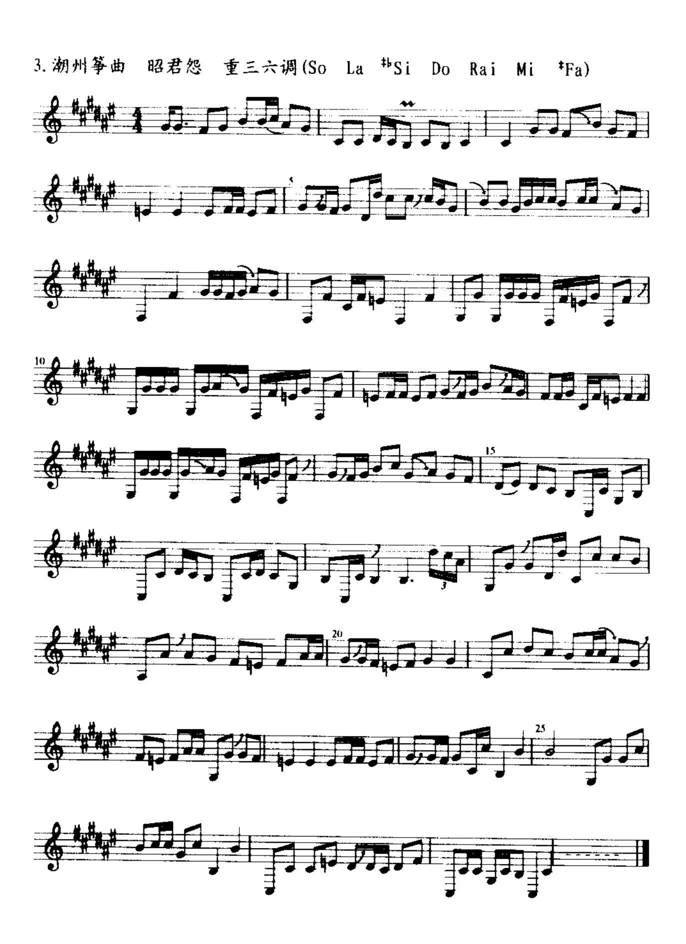
（为保持谱面清晰，将音阶列在谱例上方，半升、半降符号不注在谱中）
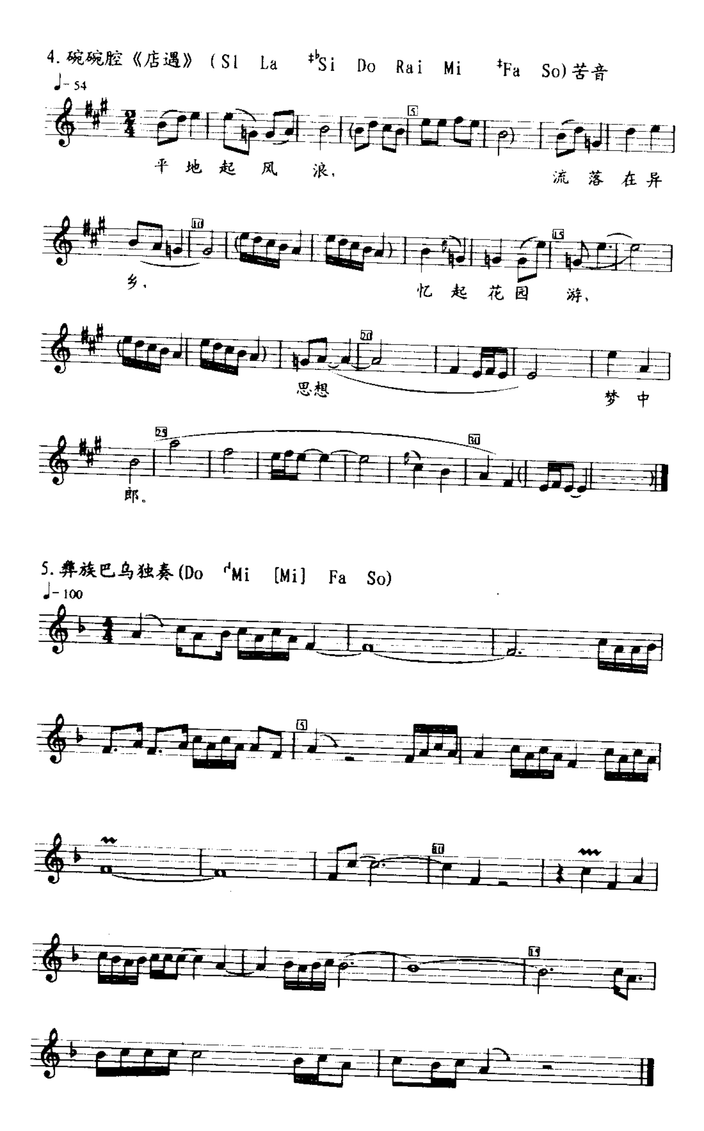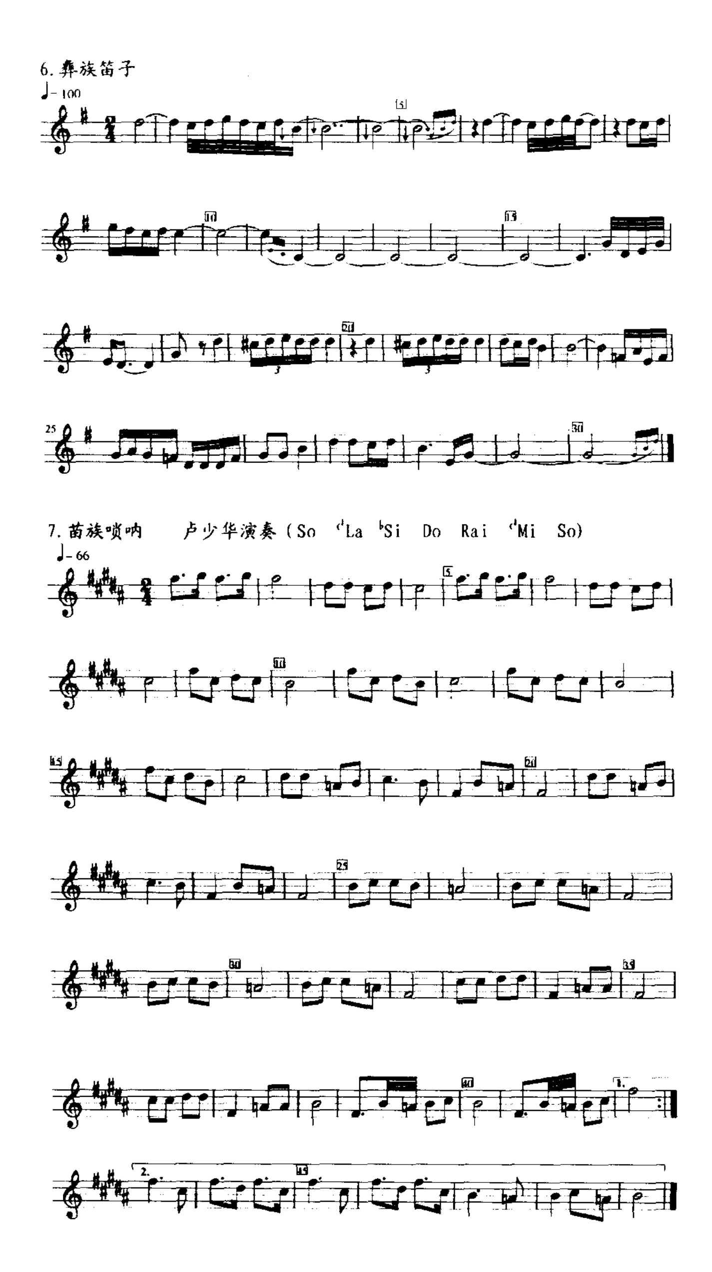


2. 兴山民歌《早晨来得早》(Do ♭Mi ♭So)



3. 潮州筝曲 昭君怨 重三六调(So La ♯♭Si Do Rai Mi ‡Fa)




4. 碗碗腔《店遇》（Sl La ‡♭Si Do Rai Mi ‡Fa So）苦音
♩=54
平 地 起 风 浪，
流 落 在 异
乡，
忆 起 花 园 游，
思想
梦 中
郎。
5. 彝族巴乌独奏（Do ᵈMi [Mi] Fa So）
♩=100


6. 彝族笛子
♩= 100
7. 苗族唢呐　卢少华演奏 (So ^{d}La $^{\flat}$Si Do Rai ^{d}Mi So)
♩= 66



♩= 100

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
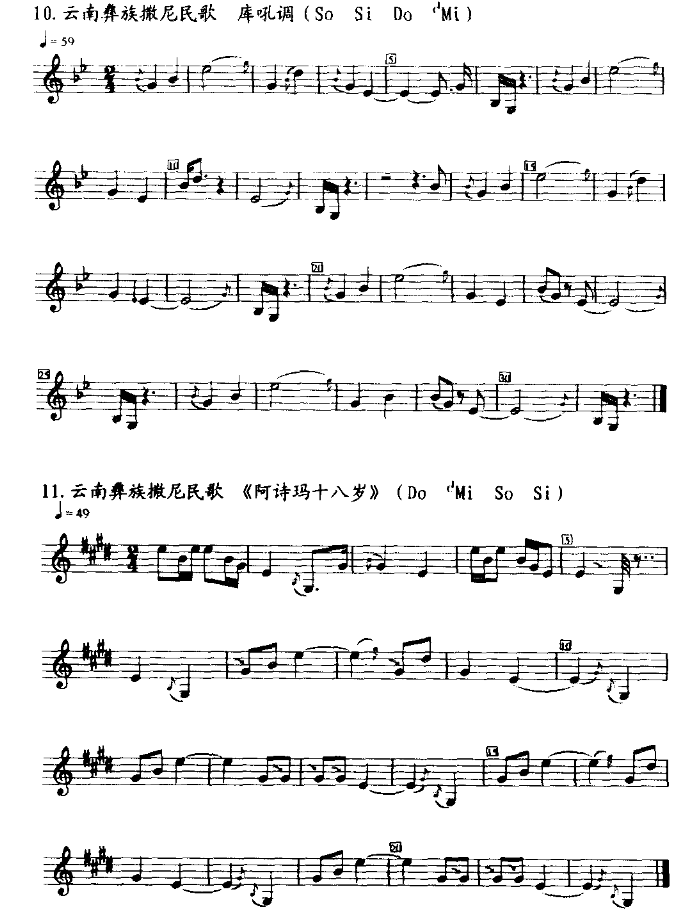
1. Fine 2. 55 60

D.C.

9. 苗族唢呐　　刘开强演奏

♩= 100




10. 云南彝族撒尼民歌 库吼调（So Si Do ᵈMi）
♩= 59
5
10
15
20
25
30
11. 云南彝族撒尼民歌 《阿诗玛十八岁》（Do ᵈMi So Si）
♩= 49
5
10
15
20

12. 撒尼情歌　黄斌演唱（Do ^{d}Mi Mi ^{d}So ^{d}Si）

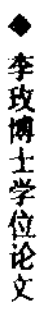
♩= 40



13. 傣族赞哈(La Do ♮Rai Mi Fa ♮So)

♩=85

14. 哈尼长箫独奏(La Do ♮Rai Mi So)



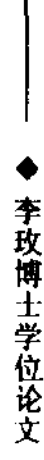
15. 哈尼三弦(La ♮Si Do ♮Rai Mi #Fa So)
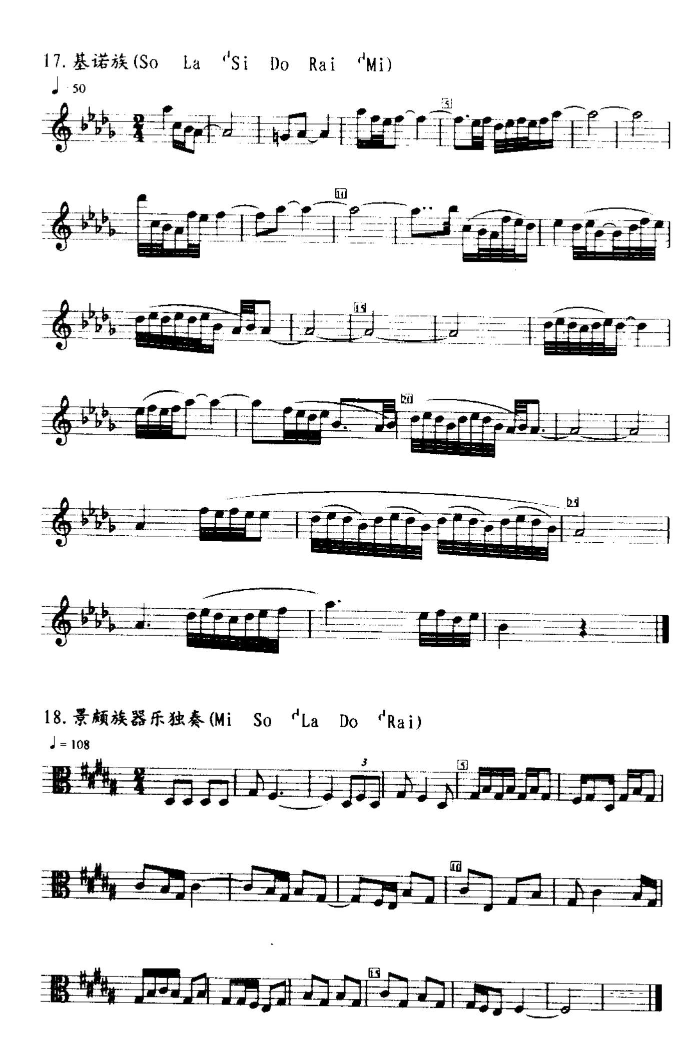
♩= 90

5 10 15 20 25
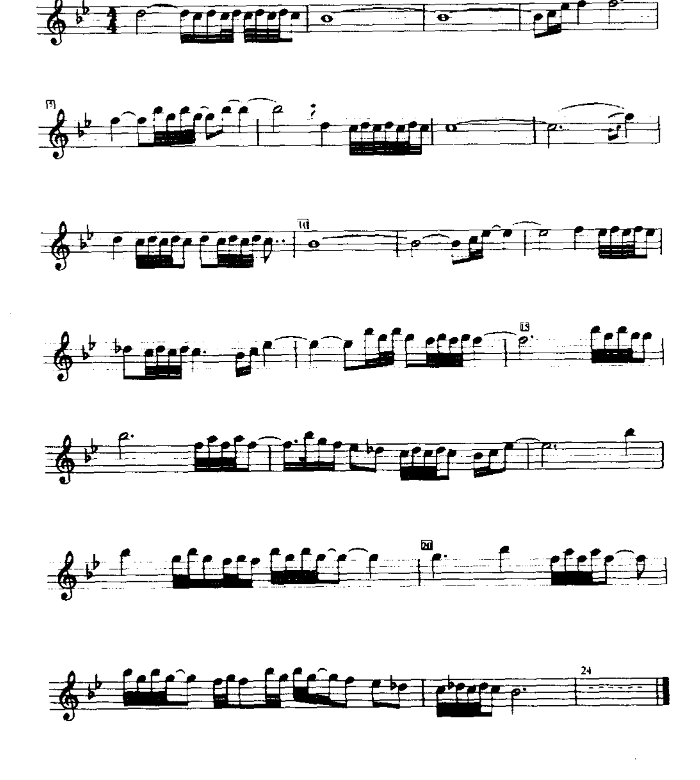
16. 女声独唱　月琴伴奏

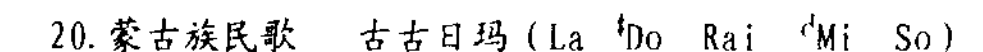
♩= 134
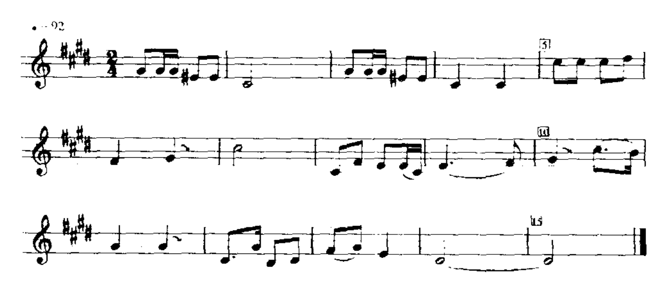


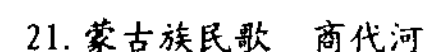

17.基诺族(So La ᵈSi Do Rai ᵈMi)
♩ = 50
18.景颇族器乐独奏(Mi So ᵈLa Do ᵈRai)
♩ = 108
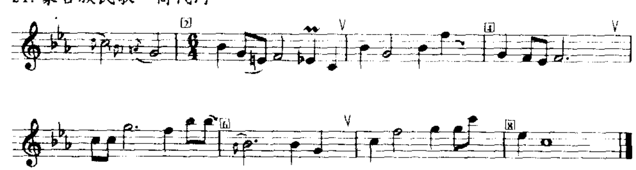
19. 摩梭人唢呐独奏(So ᵈLa ᵇSi Do Rai ᵈMi)

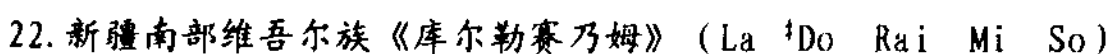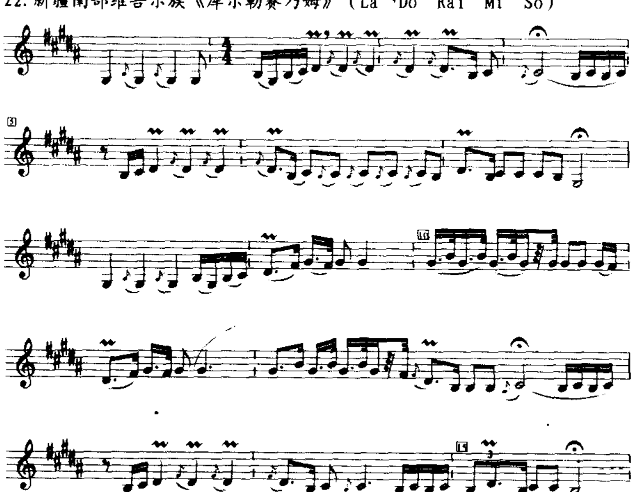



20.蒙古族民歌　古古日玛(La ‡Do Rai ‡Mi So)


5
10
15


21.蒙古族民歌　商代河


2
4
6
8


22.新疆南部维吾尔族《库尔勒赛乃姆》(La ‡Do Rai Mi So)


3
10
15

23.羌笛独奏　何可之演奏（La dSi dDo dRai dMi）
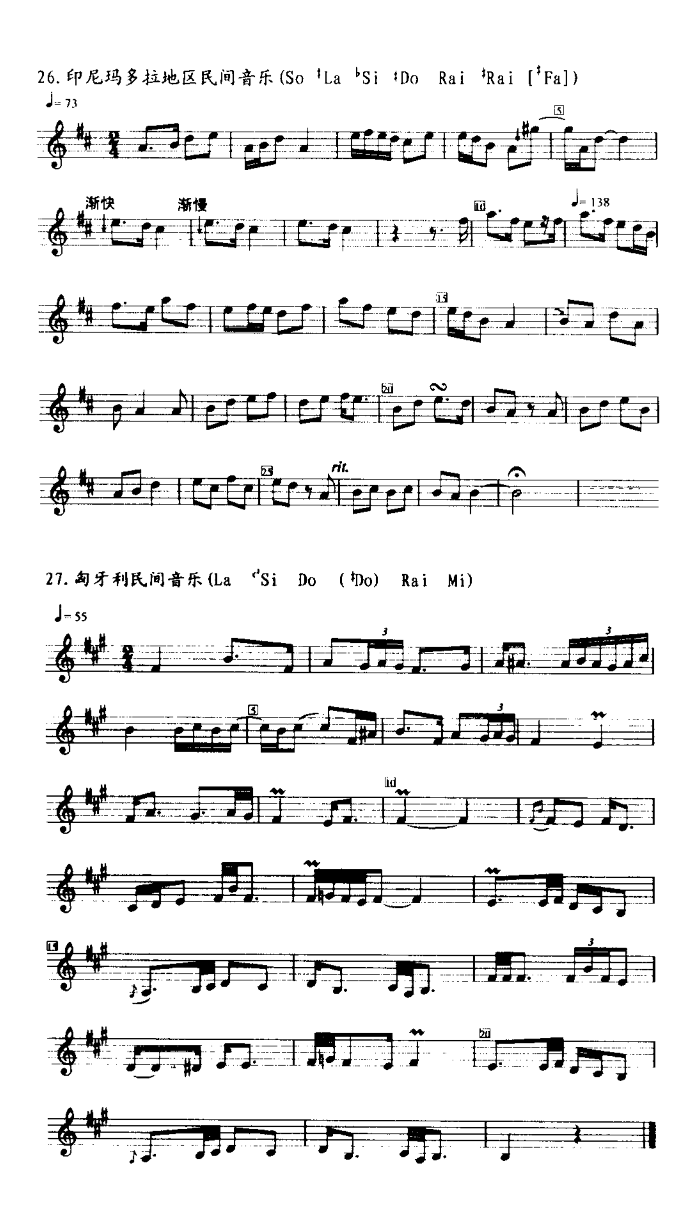
♩= 57

24.韩国民歌《阿里郎》I (So 𝄳La Do 𝄲Rai 𝄳Mi So)
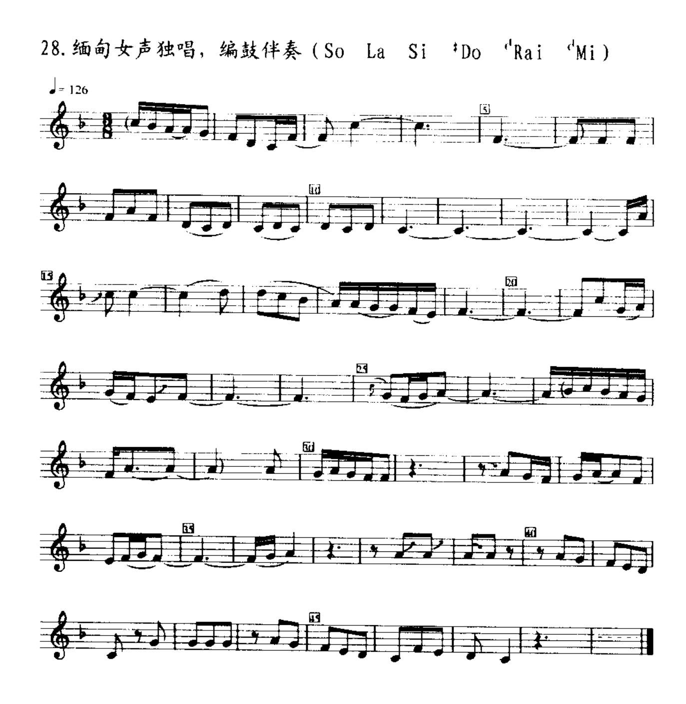
♩= 141



25. 阿里郎 II
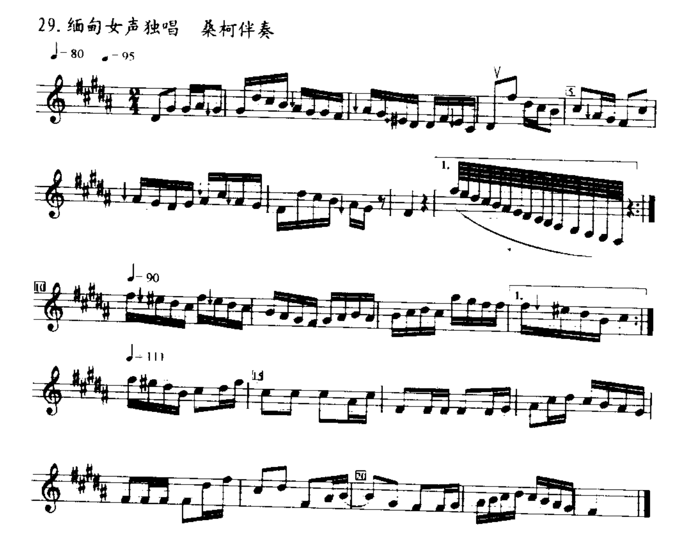

26.印尼玛多拉地区民间音乐(So ‡La ♭Si ‡Do Rai ‡Rai [‡Fa])
♩= 73
渐快
渐慢
♩= 138
rit.
27.匈牙利民间音乐(La ♭Si Do (‡Do) Rai Mi)
♩= 55

28. 缅甸女声独唱，编鼓伴奏（So La Si #Do ♭Rai ♭Mi）
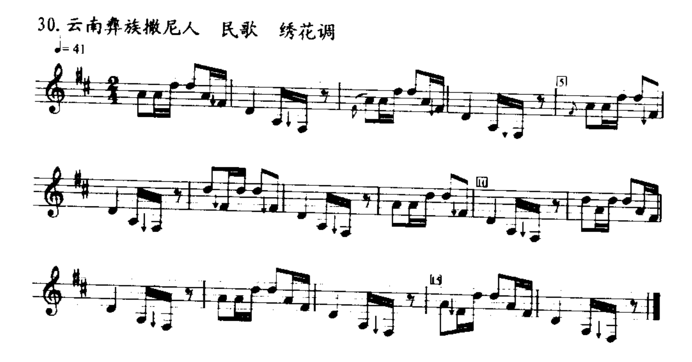




29. 缅甸女声独唱 桑柯伴奏



30. 云南彝族撒尼人 民歌 绣花调



附录三

导师的学术评语

论文题目:“中立音”音律现象的研究

博士研究生姓名:李玫

专业:民族音乐学

对论文的学术评语(包括论文的优缺点,数据、材料收集、论证、结论是否正确,有无新的见解等):

介于大二度、小二度之间的“中立音程”是我们的祖先早就有充分认识和大量使用的一种音程。在音乐实践中,形成了丰富的中立音调式,并体现出审美表情的技法体系。但是,以往理论界对中立音现象缺少公正的态度,总认为这种音律现象是不科学的,长期以来,对这种律学属性超出已知律制以外的中立音程研究甚少。

李玫的博士论文《“中立音”音律现象的研究》,在广泛总结和评价中外有关中立音的律学研究、乐学研究、乐器学研究的已有成果及得失以及研究方法的发展进步的基础上,致力于异彩纷呈的中立音现象研究,对已收集到的种种含中立音的特殊调式结构作乐律学分析和进行文化学的思考。力求通过对由来已久但没有理论总结的中立音现象作综合考察,从形态学、音乐物理学和民族学诸方面分析中立音形成的自然原因和人文原因,并填补律学研究中的空缺。其理论创见和学术价值在于:

1. 以跃迁理论解释自然声响中客观存在的中立音现象。寻找自然律制中已知和未知两个领域之间的理论联系通道，建立起一系列范例式的数列，还设计了一个多种方案理论假设数据表，为形态学分析提供了理论律学的技术框架。

2. 对诸多民族、地区、国家的民间音乐音响资料进行了科学的测音，以此测音数据为依据，来推测它们所逼近的自然本质。

3. 在仔细研究已发表的出土乐器的测音数据之后，发现许多以前被解释为有误差的纯律或五度相生律的音程关系，其实已超出已知律制而进入另外的数理范畴。

4. 对一些能够演奏中立音的乐器进行描述和说明，论证了中立音在民间音乐中已不仅仅是偶而、随意地出现，它的确有完备的物质基础。

5. 运用乐系框架对所涉及的所有国家、地区、民族的音乐进行比较分析，认为波斯阿拉伯乐系和印度音乐中的这种特殊音律现象具有不同的来源。通过对波斯阿拉伯乐系和印度乐系中的中立音现象所作的数理分析比较，认为印度音乐具有作为独立乐系存在的条件。

6. 关于中立音现象的分布，论文设计了以传播形态为线索的叙述框架，认为虽然在这广大地区和复杂的民族胤化历史有着长久的文化传播事实，但却是在各自文化系统内以传承为主的传播。真正的发展动力来源于该民族的音感习惯和由之形成的音腔观念。

7. 对于中立音现象的研究，是充分认识、把握东方民族民间音乐丰富音腔变化的核心，其意义不仅限于解决中立音的律学问题，也为和声学、旋律学研究提供了理论支持。

论文已达到博士学位水平。

指导教师(签名) 王耀华

2000年5月30日

附录四

获奖证书



证书

李玫：

您的《"中立音"音律现象的研究》被评为2002年全国优秀博士学位论文。

编号：2002054

附录五

音程索引

“7化”生律的音程	音分数	相对波长
中二度	155.14	$\frac{32}{35}$
Ⅱ级七和弦根音	231.17	$\frac{7}{8}$
特小三度	267	$\frac{6}{7}$
	435.03	$\frac{7}{9}$
属七和弦七音	470.78	$\frac{16}{21}$
半增四度	525.31	$\frac{189}{256}$
半减五度	638.99	$\frac{56}{81}$
	674.69	$\frac{128}{189}$
	729.22	$\frac{21}{32}$
	764.92	$\frac{9}{14}$

特大六度	933.13	$\frac{7}{12}$
自然七度	969	$\frac{4}{7}$
中七度	1059.35	$\frac{243}{448}$
	1137	$\frac{14}{27}$
“11化”生律音程	**音分数**	**相对波长**
中二度	129.13	$\frac{297}{320}$
	143.50	$\frac{81}{88}$
	150.64	$\frac{11}{12}$
中三度	333.04	$\frac{33}{40}$
	347.41	$\frac{9}{11}$
	354.55	$\frac{22}{27}$
半增四度	536.95	$\frac{11}{15}$
	551.32	$\frac{8}{11}$
	558.46	$\frac{176}{243}$
半减五度	627.18	$\frac{891}{1280}$
	641.54	$\frac{243}{352}$

	648.68	$\frac{11}{16}$
	663.05	$\frac{15}{22}$
中六度	831.09	$\frac{99}{160}$
	845.45	$\frac{27}{44}$
	852.59	$\frac{11}{18}$
中七度	1035.00	$\frac{11}{20}$
	1049.36	$\frac{6}{11}$
	1056.50	$\frac{44}{81}$
“13化”生律音程	**音分数**	**相对波长**
中二度	117.07	$\frac{243}{260}$
	138.57	$\frac{12}{13}$
	155.56	$\frac{117}{128}$
中三度	320.98	$\frac{54}{65}$
	342.48	$\frac{32}{39}$
	359.46	$\frac{13}{16}$
半增四度	524.89	$\frac{48}{65}$

	546.39	$\frac{256}{351}$
	563.38	$\frac{13}{18}$
半减五度	615.11	$\frac{729}{1040}$
	636.62	$\frac{9}{13}$
	653.61	$\frac{351}{512}$
中六度	819.02	$\frac{81}{130}$
	840.53	$\frac{8}{13}$
	857.52	$\frac{39}{64}$
中七度	1022.93	$\frac{36}{65}$
	1044.44	$\frac{64}{117}$
	1061.43	$\frac{13}{24}$

后　记

首先要感谢上海音乐学院出版社的洛秦博士在北方秋老虎逼人难耐干燥之时，从滋润的江南赶到北京来促我出版这篇完成于四年前的一份文稿。自2000年的初夏得到博士学位后，我就一直以理想主义的心情计划着，要好好增添、修改而成一部重磅级的学术专著以后再出版。然而我却始终没勇气再开始那曾经累得差点吐血的工作。此次洛秦君的督促和善意的宽容，强调专出答辩时的版本，使我抖胆拿出这不够"理想主义"的文稿，若不是洛秦君的督促，此书还不知什么时候才得见于天日、就教于学界。

此时，总算有一个机会来表达对导师的谢意。王耀华教授为我在福州的三年期间提供了最宽松、最无后顾之忧的工作、学习环境，使我有机会沿着氐羌人南下的路走一圈，虽然因为时间的原因只能是走马观花地看一圈。一路走去，从祁连雪山到玉龙雪山，从洮河到大渡河、雅砻江，从怒江、澜沧江（湄公河）到金沙江，切实地感受着氐羌人的后裔们随着地理环境的变化，族名变了，衣着变了，房屋建筑的方式和外表变了，生活劳作的方式变了，但

在精神上总有一种贯穿的感觉。澜沧江下游典型濮越系民族区域在生活、文化风格方面所表现出的迥然不同之感是一踏上那里的土地就扑面而来的，同那个经历了雪山、草原、大河，万里跋涉而来的氐羌民系绝然不同。这样的感受，只去阅读民族学、人类学的著作是怎么也得不到的。连续两个夏天集中地去走氐羌人走过的路（也是红军经过的地区），加之以前在青海、西藏走过的地方，记了一大堆笔记，最后却终于不知怎样落笔，怎样才能把那冲撞心房的激动写出来。但有一点印象很深：他们择地而居的标准是相同或相似的，依山傍河，逐水而行。这一路上的颠沛辗转，会发生多少生离死别的往事呵！有些故事随着历史的风儿吹走了，但还有很多则被世代咏唱，或者那歌本身就给我们太多故事。中立音作为人类审美意识的共性在音律上的一个表现，变成文化人类学所说的一个“觅母”，在对这个“觅母”追溯的同时，让我们今天读出许多故事。有了这些实地感受，对于濮越系民族和氐羌系民族音乐中立音程音律特征的不同来源可以有一个较明确的把握，那是光用什么“主义”什么“论”难于说清的。如果没有这些实地感受，我的测音数据再多，也仍是些死的数据。而现在，由于心中留下的那些鲜明记忆，使案头的分析工作变得生动和意趣盎然。这种音乐形态背后那活生生的生活形态和文化底蕴，以及支持这种音乐的物质载体都会精灵般地跳跃于纸上，浮现于眼前。有这样精神与物质的内外相协，有这样长久壮观的集体迁徙，氐羌民系如同“打碎金瓯一片”，将先民的文化因子带到所走过的山山水水，异地异族文化事象中的一些共同因素就不再只是神话了，而是有着实实在在的、联系的文化发生。如果没有这样广泛地域的实地考查，就难以建立这样的自信来对如此众多地区的音乐进行整合描述。换个说法，如果没有王耀华教授对选题的建议和支持，也就难于形成这份书稿。

还要感谢我在硕士学位的学习期间，赵宋光先生给我的音乐

形态学分析训练，并且由于他的坚持，我在最奇特的授课方式下（我们是在去陕北的路上，一路走一路上课，恢复了丢弃已久的对数知识，在颠簸的车上进行数学练习，光演算纸就用掉一大摞，从西安出发就开始上课，待到达陕北佳县时，我已完成了论文中所有的数据计算）先后修习了基础律学、琴律学、旋律学。而且他以用生命经历换来的对技术细节要有高度责任感的态度，教诲我逾越技术理论的山头，使理论分析能够建立在一个严密的逻辑体系之上。我从他那里获得的另一个重要观念是，关注具体人群所拥有的特殊音乐形态与文化背景和科学规律之间的关系，找出对其本质的解释，才能真正理解一个民系的文化属性。

在收集音响资料时，曾得到吕宏久教授，李汉杰、王庆沅和王立志几位学者的慷慨相助，他们无私地提供了自己收集得到的民间音乐的录音。吕宏久教授为了替我节省经费，邀请我住在他家里。在他们温馨和睦的蒙汉之家，我有机会走进吕教授由"局外人"变为"局内人"的隧道，感受到他对蒙古族这个民族从个人到对整个族体文化的真挚情怀。也只有他这种从"小我"到"大我"的完整投入，才能够超越民族的局限，毕生以蒙古族音乐为研究对象。李汉杰老师顶着昆明初夏的骄阳，在高原地区特有的高高低低的城区马路上骑车可不是件轻松的事，他却不在乎。但当陪我去寻访拥有民间手工制作的匀孔乐器者，最后因主人不在家而寻访无门时，却掩藏不住内心深深的沮丧，这些都令我感激不已。因为这毕竟是我的调查目标，是我在麻烦长辈。当我辗转地来到神农架山区的昭君故里，那个小山城的石板台阶路那样容易引起人的思古之幽情，用内心的耳朵想象着那些曾经走过这崎岖石阶路的先民们在这石阶路唱过的歌，和在这山谷间回荡过的袅袅余音，想象着屈子也曾徘徊在这江边，吸吮着兰花的幽香，吟咏着流经千古的诗篇，那曾承载着今天仍然美丽的诗句的旋律是怎样的，或许今天仍然在这江边生活的人们口中相传？我来了，来寻找

被王庆沅告诉大家的奇异"三声腔"。就在这一路暇思不住，一路打听过去，终于敲开了王老师的家门，撞进了那古老的旋律中，那是仅从音乐形态上就可判断出的古老。感谢王老师在那个古老的小镇用很现代的音响设备为我转录了他保藏已久的农民的歌声。

在专著的最后，几乎每位撰著者都要说些感谢家人、感谢妻子的话，而我这个为人子却常年在外不尽儿女孝义；为人妻却整日守着计算机，写些当不得米当不得饭的文字。我非常感谢善解人意的丈夫从不抱怨，并很神圣地看待我的工作，常常积极地为我做些扫描或复印、描画的事。无论说多少感谢的话也是愧对这些被我冷落多时的亲人们。

最后，还要感谢所有帮助过我的师长、朋友和同事。

2003年国庆于北京